إستصلاح الأراضي والرى والصرف



Faculty of Agriculture
2009



د. احمد فريد سعد
أستاذ م. فيزياء الأراضي
د. جابر محمد حسن
أستاذ م. فيزياء الأراضي
د. أنور عبدالرحمن على
مدرس كيمياء الأراضي

أساسيات

إستصلاح وتحسين الأراضى والري والصرف

إعداد

د.احمد فريد سعد
أستاذ مساعد فيزياء الأراضي

د.جابر حسن
أستاذ مساعد فيزياء الأراضي

د.أنور عبد الرحمن على
مدرس الكيمياء البيئية للأراضي والمياه

قسم علوم الأراضى والمياه
كلية الزراعة بالشاطبى – جامعة الإسكندرية

2009

الجزء الأول

أساسيات إستصلاح الأراضي

Principles of Land Reclamation

د.أنور عبدالرحمن على
مدرس الكيمياء البيئية للأراضي والمياه
قسم علوم الأراضى والمياه
كلية الزراعة بالشاطبي ــ جامعة الإسكندرية

المحتويات

الموضوع	الصفحة
مقدمة	

الباب الأول — الموارد المائية

الموضوع	الصفحة
تمهيد	10
العرب تحت خط الفقر المائي	11
الموارد المائية في مصر	12
الاتفاقيات الخاصة بنهر النيل	13
المشروعات التى شاركت فيها مصر دول حوض النيل من أجل الاستفادة من مياه النهر فى مشروعات التنمية لدول الحوض	18
المشروعات المصرية فى منطقة اعالى النيل	19
المشروعات التى نفذتها مصر عبر العصور للاستفادة من ثرواتها المائية فى التنمية البشرية	22
الإدارة المتكاملة للموارد المائية	25
التحديات التى تواجه مصر فى إدارة الموارد المائية	26
الاستراتيجية المائية (مواجهة التحديات)	27
سبل زيادة كفائة إستخدام الموارد المائية فى القطاع الزراعى	30
المياه الجوفية فى منطقتنا العربية	32
نوعية المياه الجوفية	33
تقييم جودة المياه للرى	33
تقييم جودة المياه للري بطريقة منظمة الأغذية والزراعة (FAO)	35
المعايير المحدده لصلاحيه المياه للرى	35
العلاقة بين ملوحة مياه الرى والمحاصيل	43

الباب الثاني — الموارد الأرضية وإستصلاح الأراضى فى مصر

الموضوع	الصفحة
تمهيد	47
استصلاح الأراضي في مصر	48
مشروعات التوسع الافقي فى مصر	49
مقومات إستصلاح الأراضى الصحراوية	51
الأراضى الصحراوية القابلة للإستصلاح فى مصر	56

المحتويات

الموضوع	الصفحة
الباب الثالث خواص ومشاكل أراضي الاستصلاح	

الموضوع	الصفحة
تمهيد	62
الأراضي الملحية	63
الميزان المائى فى مصر ودوره فى تملح الأراضى	64
تحمل المحاصيل للأملاح	66
مصادر الأملاح في الأرض	68
الأرض الملحية الصودية	70
الأراضى الصودية غير الملحية	71
الملامح المورفولوجية للأراضى المتأثرة بالأملاح والصودية	72
إدارة والتغلب على مشاكل الملوحة	73
استصلاح الأراضى الصودية و الأراضى الملحية الصودية	75
تقسيم المحاصيل حسب درجة تملها للملوحة	79
الأراضى الرملية	80
الخواص الطبيعية للأراضى الرملية	80
الخواص الكيماوية للأراضى الرملية	82
مستوى العناصر الغذائية بالأراضى الرملية	83
تحسين واستغلال الأراضى الرملية	85
التوصيات الخاصة بتحسين واستغلال الأراضى الرملية	87
طرق الرى ومدى ملائمتها للأراضى الرملية	89
الأراضى الجيرية	92
التركيب المعدنى للأراضى الجيرية	93
الخواص الكيميائية لهذه الأراضى	94
التوصيات الخاصة بتحسين وإستزراع الأراضى الجيرية	96
الأراضي الجبسية	98
إستصلاح الأراضى الجبسية	98

المحتويات

الموضوع	الصفحة
الأراضى الطفلية	**99**
النقاط الواجب توافرها عند إستزراع الأراضى الطفلية	100
طرق إستصلاح الأراضى	**101**
أنواع الصرف الزراعى	103
المصارف المكشوفة	104
المصارف المغطاه	105
علاج مشاكل الأراضي الجديدة	106
التربة وزراعة أشجار الفاكهة	110

المراجــــــع

مقدمة

نشطت مصر نشاطا ملوحظا فى مجال إستصلاح وإستزراع الأراضى فى الأونة الأخيرة إلا أن هذا النشاط مقروناً بالزيادة السريعة فى عدد السكان يعتبرغير كافى، بل ويقابل هذا النشاط فى كثير من الأحيان الزحف العمرانى وبعض عمليات التصحر وتمليح التربة ... إلخ، مما أدى فى النهاية إلى أن الزيادة فى الرقعة الزراعية غير محسوسة.

والزيادة المضطردة فى عدد السكان بلغت حدها الأقصى ليس على المستوى المحلى فقط بل والعالمى أيضاً ، مما جعل العلاقة بين الزيادة فى الرقعة الزراعية وزيادة السكان غير مقبولة وغير متكافئة. ومن هنا فإن التوسع الأفقى يجب أن يتمشى مع هذه الزيادة فى السكان . ولتحقيق ذلك يتطلب المزيد من استصلاح الأراضي بهدف زيادة كمية الإنتاج الزراعي وليس مجرد زيادة المساحة المنزرعة.

وتهتم عمليات إستصلاح الأراضى بمعالجة عيب أو أكثر بحيث يتم تحويل التربة من حالة غير منتجة إلى أخرى منتجة وبدرجة إقتصادية ، وذلك عن طريق توفير الأساليب والمستلزمات الضرورية لذلك ، ويعتبر أى مشروع لإستصلاح الأراضى مهما كان حجمه عملية إقتصادية متكاملة أركانها متشعبة وتتوقف على عوامل مختلفة ومتداخلة.

وبالتالى فإن إستصلاح الأراضى من الأنشطة التى تحتاج إلى التعاون والتنسيق بين مختلف الجهات، وإذا كان مدار هذه الأنشطة هى الماء والأرض فإن عمليات الإستصلاح تشمل الإنشاءات الضخمة مثل القنوات والسدود وحفر الأبار والطرق والمبانى ....إلخ، كما تشمل العمليات الزراعية على إختلاف أنواعها ولا نغفل هنا التنمية الإجتماعية، أى أن

عملية إستصلاح الأراضى هى منظومة متكاملة. يجب فيها عدم إغفال الجانب الإقتصادى والإجتماعي للوصول إلى إداره مستدامه للموارد الأرضيه والمائيه.

وعرضنا لإستصلاح الأراضى فى هذا الكتاب يتناول الموضوع بنظرة شاملة لمشروعات إستصلاح الأراضى، فنجاح أى مشروع هو محصلة لتنسيق أفضل أوجة الإستخدام للأرض والماء والنبات مع الإستعانة بأحدث الوسائل والتقنيات والآلات.

وسوف يتناول الكتاب خواص الماء ومحددات إستخدامها وكذلك خواص ومشاكل الأنواع المختلفة من الأراضى وكيفية إستصلاحها.

ونرجو من الله أن يضيف هذا الكتاب للمكتبة العربية والله ولى التوفيق.

الإسكندرية فى سبتمبر ٢٠٠٩

دكتور

أنور عبدالرحمن على

الباب الأول

الموارد المائية

تمهيد

العرب تحت خط الفقر المائي

الموارد المائية فى مصر

الاتفاقيات الخاصة بنهر النيل

المشروعات التى شاركت فيها مصر دول حوض النيل من أجل الاستفادة من مياه النهر فى مشروعات التنمية لدول الحوض

المشروعات المصرية فى منطقة اعالى النيل

المشروعات التى نفذتها مصر عبر العصور للاستفادة من ثرواتها المائية فى التنمية البشرية

الإدارة المتكاملة للموارد المائية

التحديات التى تواجه مصر فى إدارة الموارد المائية

الاستراتيجية المائية (مواجهة التحديات)

سبل زيادة كفائة إستخدام الموارد المائية فى القطاع الزراعى

المياه الجوفية فى منطقتنا العربية

نوعية المياه الجوفية

تقييم جودة المياه للرى

تقييم جودة المياه للري بطريقة منظمة الأغذية والزراعة (FAO)

المعايير المحدده لصلاحيه المياه للرى

العلاقة بين ملوحة مياه الرى والمحاصيل

الموارد المائية

تمهيد

تعتبر المياه شريان الحياه والعامل المحدد لإستصلاح الأراضى وأساس التنمية الإقتصادية والإجتماعية، وصدق الله العظيم إذ يقول فى كتابة الكريم "وجعلنا من الماء كل شيء حي" سورة الأنبياء الأية 30.

وإستخدام المياه فى الزراعة يلى فى أهميتة إستخدامها فى الشرب وفى الواقع فإن الزراعة تعتبر أكبر المستهلكين لمصادر المياه العذبة حيث تستهلك الزراعة حوالى 70% من إمدادات المياه العذبة السطحية.

وترجع أهمية المياه فى أنها تمثل 75% من وزن جسم الإنسان ، و80% فى معظم الخضروات وفى الوقت نفسه فإن المياه من مسببات 80% من الامراض فى العالم سواء لتلوثها أولعدم وفرتها طبقا لاحتياجات الانسان. كذلك فإنه لايمكن فصل الاحتياجات المائية عن عملية التنمية حيث أن حضارة الانسان وتطوره أصبحا يقاسان بكمية المياه التى تستخدم فى حياته اليومية.

وفى الواقع تعانى الكرة الأرضية من ندرة فى المياه العذبة فإذا نظرنا إلى الكرة الأرضية نجد أن حوالى ثلاثة أرباع مسطح الكره الأرضية مغطى بالمياه متمثلة فى مياه المحيطات والبحار والأنهار والبحيرات والثلاجات. ومعظم المياه الموجوده على سطح الكره الأرضية هى مياه مالحة وتبلغ نسبتها حوالى 97.47% من الماء الكلى بينما تبلغ نسبة المياه العذبة المتواجدة على سطح الأرض 0.0103% فقط من المياه الكلية.

وفى دراسات العقد المائى الدولى International Hydrology Decade أوضح العلماء الروس أن إحتياطى الماء العذب فى العالم وفى جملته ماء الأنهار

والبحيرات والماء الجوفى وحقول الثلج والأنهار الجليدية يبلغ نحو 35 مليون كم^3 أو نحو 2.5% من مجموع ماء الأرض ولكن الكمية المتاحة من هذا المقدار بسهولة ويسر أقل كثيراً من ذلك إذ أن 70% من هذا الإحتياطى متجمد فى تلوج وجليد المنطقة الشمالية وقارة أنتاركتكا بالقطب الجنوبى وجرينلند ويقدر ما بباطن الأرض من الماء العذب بنحو 10.5 مليون كم^3 ويشكل هذا الإحتياطى إحد المصادر الرئيسية لكثير من البلاد.

العرب تحت خط الفقر المائي

يعيش أكثر من 90% من مواطني البلدان العربية تحت خط الفقر المائي عالمياً، وترجمة هذا بالأرقام حسب الإحصائيات العالمية، يبلغ متوسط نصيب الفرد في البلاد العربية 950 متراً مكعباً في السنة، أي ما يوازي أقل من 7% تقريباً من متوسط نصيب الفرد عالمياً الذي يقدر ب 12500 متر مكعب من موارد المياه المتجددة سنوياً . وفي ظل استمرار ندرة المياه وتراجع مستويات تجددها، ستواجه الكثير من البلدان العربية بما في ذلك سوريا أزمات خانقة في المياه، بسبب ارتفاع معدلات الطلب على المياه لتغطية الزيادة الطبيعية في النمو السكاني، الذي يعد من أعلى المعدلات في العالم، (7 .2 في البلدان العربية، 1.6 عالمياً) . وإذا ما استمرت نسبة الزيادة السنوية المرتفعة جداً في النمو السكاني مترافقة مع الشح الشديد في الموارد المائية، سيتقلص نصيب الفرد في البلدان العربية إلى ما دون 550 متراً مكعباً في السنة، مما سيؤدي إلى تقلص المساحات الزراعية الضامرة أصلاً، وعدم كفاية مياه الشرب، وهذا يشكل أحد التحديات الاستراتيجية لخطط التنمية في المجتمعات العربية خلال السنوات القريبة القادمة.

الموارد المائية فى مصر

تعتبر المياه العنصر الرئيسى للتنمية المستدامة والمتكاملة على ارض مصر ، ويرتبط التوسع الأفقى فى الزراعة بقدرة الدولة على تدبيرالمياه اللازمة لهذا التوسع ، كما أن اقتصاديات استخدام المياه ومستقبلها على المدى البعيد تقتضى البحث عن بدائل وتحديد مقدار الموراد المائية المتاحة فى الوقت الحاضر ، والمزيد الذي يمكن الحصول عليه من تلك الموارد فى المستقبل ومصادر المياه المهيأه للاستخدام ، وتنحصر الموارد المائية لمصر فى:

1 ـمياه النيل:

تعتمد مصر اعتمادا أساسيا فى مياهها على نهر النيل وعلى حصتها الثابتة منه والتى تقدر بنحو 55.5 مليار متر مكعب، و نهر النيل من أطول أنهار العالم ويبلغ طوله من منبعه الى مصبه 6825 كم . ويبلغ إيراد النهر نحو 1630 مليار متر مكعب سنويا لا تستغل منه الا 10% فقط والباقى مفقود، ويبلغ طول نهر النيل فى مصر 1530 كم . وتبلغ مساحة حوضه 3.1 ملايين متر مربع ، ويغطى هذا حوض الدول العشر التالية : رواندا ، بوروندى ، وتنزانيا ، والكونغو ، كينيا ، أوغنده ، إيتريا ، أثيوبيا ، السودان ، مصر. يبلغ حجم الموارد المائية فى مصر حوالى 69.7 مليار متر مكعب تستخدم في كافة الاغراض ، ويمثل نهر النيل اكثر من 95% من موارد مصر المائية، وبفضل إنشاء السد العالى عام 1964 واستخدام سعته الكبيرة للتخرين المستمر أصبحت مصر تضمن الحصول على إيراد سنوى ثابت من المياه . أما إستهلاك مصر من المياه الجوفية السطحية حوالى 2.6 مليار متر مكعب، وحوالى 0.5 مليار متر مكعب من المياه الجوفية العميقة و4.7 مليار متر مكعب من مياه

الصرف الزراعى و 0.2 مليار متر مكعب من المياه المعاد تنقيتها، وبذلك يكون جملة الموارد المائية فى مصر هى 63.5 مليار متر مكعب.

كان نصيب المواطن فى مصر من مياه النيل عام 1950م حوالى 3000 م^3 / سنة، ونقص هذا النصيب الآن ليصبح 650 م^3 / سنة، ولو قارنا هذا النصيب بنصيب الأفراد فى دول أخرى مثل الدول الأوروبية ودول أمريكا يقدر بحوالى 32000 م^3/ سنة، وفى أوغندا بحوالى 30600 م^3/ سنة، وفى كينيا بحوالى 1535 م^3 / سنة، أما فى الأردن فنصيب الفرد يقدر بحوالى 200 م^3/ سنة، وتعتبر مصر من أفقر 35 دولة فى العالم فى ملكيتها لموارد المياه العذبة (حد الفقر المائى 1000 م^3 / سنة).

وتستهلك الزراعة فى مصر حوالى 87.7% أما الصناعة فتستهلك حوالى 5.54% أما الإستخدام المنزلى فكان 6.8%. وإذا ما قارنا ذلك بالمستوى العالمى فنجد 69% للزراعة، 23% صناعة، 8% للإستخدام المنزلى.

الاتفاقيات الخاصة بنهر النيل

تزايد اهتمام مصر والدول التي تشاركها حوض النيل بتنمية وإدارة الموارد المائية فى السنوات الأخيرة ، وانعكس هذا الاهتمام المتزايد فى أنشطة عدد من الهيئات والمؤسسات الدولية المعنية بذلك. وفى أفريقيا يوجد عدد من الأنهار والبحيرات يمد شعوب القارة باحتياجتهم من المياه ويعطى فى ذات الوقت صورة حية عن وجود ثروة كبيرة ومخزون من الموارد المائية. وعلى الجانب الأخر توجد فى أفريقيا اكبر صحراء فى العالم، .الصحراء الكبرى شمال خط الاستواء ،وصحراء كلهارى فى الجنوب ،ومناطق أخرى جرداء فى معظم أرجاء القارة ، وهناك المحن والدمار الناجمين عن فترات القحط الطويلة فى السهول وأجزاء عديدة فى بلدان أخرى فضلاً عن الحاجة الشديدة إلى الغذاء وعلف الماشية والألياف والمرافق الأساسية مثل مياه الشرب والصرف الصحى .

نتيجة لذلك يعطى هذا المناخ العام وتلك المؤشرات حكومات وشعوب القارة رؤية جديدة تتعلق بوجود وضرورة ملحة لوضع آليات وتشريعات تحكم تلك القضية وتعمل علي ضبطها حتى لا تتفاقم الأوضاع وتسوء العلاقات وتختل المعايير بين دول القارة. فكان لابد من اتفاقيات ومعاهدات وبروتوكولات تنظم وتحكم عملية إدارة موارد المائية فى القارة وضبطها . وأبدت اتفاقية مياه النيل بين مصر والسودان عام 1959 التى بموجبها تحصل مصر على نصيبها من المياه بمقدار 55.5 مليار متر مكعب سنوياً .

ولقد نصت الاتفاقية الموقعة بين مصر والسودان للانتفاع الكامل بمياه نهر النيل عام 1959 م على توكيد اتفاقية مياه النيل المعقودة فى سنة 1929 بين مصر وأثيوبيا ، والتى تنص على إقامة مشروعات لزيادة إيراد نهر النيل والعمل على الانتفاع الكامل بمياهه بالنظم الفنية المعمول بها، ولقد تم بموجب هذه الاتفاقية الاستفادة القصوى من مشروعات تنمية ايرادات المياه بالنهر من خلال السد العالى فى جنوب مصر فضلاً عن وإقامة مشروعات لمنع المياه الضائعة فى حوض النيل فى السودان فى مستنقعات بحر الغزال وبحر الزراف وبحر الجبل ونهر السوباط وفروعه وحوض النيل الأبيض ويكون صافى فائدة هذه المشروعات مناصفة بين مصر والسودان وكذلك التكاليف من أجل التوسع الزراعى لخدمة شعبى البلدين .

2. المياه الجوفية

هى المياه الموجودة تحت الأرض التي يمكن الاستفادة بها عن طريق حفر آبار تصل إلى التكوينات الجيولوجية التى تخزن هذه المياه وتمثل المياه الجوفية موردا هاما للمياه العذبة في مصر ، وتتعاظم أهميتها فى كونها المورد الوحيد بل والأساسى فى صحارى مصر والتى تمثل حوالى 95% من إجمالى المساحة الكلية للبلاد . وتتميز المياه الجوفية بانه يمكن استخدامها مباشرة دون أى معالجة حيث انها لم

تتعرض للتلوث وكذلك ثبات درجة حرارتها على مدى العام ، وبذلك فهى مورد آمن ونظيف يمكن استخدامه في أغراض الشرب .

وقد حمى الله المياه الجوفية من التلوث نظرا لبعدها عن متناول يد الإنسان ووجودها على أعماق متفاوتة من سطح الأرض . وفى نفس الوقت يجب ان نعلم أنه من الصعب إعادة المياه الجوفية إلى أصلها إذا ماحدث لها تلوث أو أذى . ومن هنا يجب علينا حماية هذه الكنوز الموجودة فى باطن الأرض .

وفى إطار خطة تنمية الموارد المائية التى تنفذها الدولة وتنتهى عام 2017 ، يقدر حجم المياه الجوفية المستهدف توفيره 5.9 مليارات م مكعب . منها نحو 2.7 مليار متر مكعب مياه جوفية ، ونحو 3.2 مليارات م مكعب مياه جوفية عميقة .

وتتوجد الموارد المائية الجوفية فى مصر فى وادى النيل والدلتا ويتراوح سمك الطبقات الحاملة للماء من 100 – 300 متر ويبلغ المخزون فى حوض دلتا النيل حوالى 400 مليار مترا مكعبا وتقدر التغذية السوية له بحوالى 2.6 مليار مترا مكعبا، وتتراوح جودة المياه فية من 170 جزء فى المليون إلى 1700 جزء فى المليون.

كما يوجد بمصر أيضا حوض الصحراء الغربية ويقع بين مصر وليبيا والسودان وتبلغ مساحته 1800 كم مربع ويقدر سمك طبقاته بين 100-1000 متروالمخزون المائى به نحو 6000 مترا مكعبا ويتغذى بحوالى 1500 مليون متر مكعب وتتميز مياه هذا الحوض بجودتة.

وتقدر الموارد الحالية للمياه الجوفية فى مصر حوالى 7.4 مليار متر مكعب منها 2.6 مليار متر مكعب من المياه الجوفية غير المتجددة.

وفى دراسة قام بها (Anwar.–2009) لمقارنة المياه الجوفية لعدد من واحات الصحراء الغربية لمصر وجد أنه بمقارنة الخواص الكيميائية للمياه الجوفية ، كواحة البحرية والفرافرة والبحرين وسيوه والجارة وجغبوب الليبية فى محاولة لفهم

العلاقة بين المياه الجوفية لتلك المناطق. وإتضح من التحاليل الكيميائية أن هناك تشابهه جدير للأخذ بالأعتبار بين الخواص الكيميائية للمياه الجوفية لواحة البحرية والفرافرة والمياه الجوفية العميقة (المياه الجوفية لطبقة الحجر الرملى النوبى) لباقى واحات الصحراء الغربية. وعلى العكس من ذلك فإن عينات المياه المأخوذه من المياة الجوفية السطحية (المياه الجوفية لطبقة الحجر الجيرى) من واحة البحرين وسيوه والجارة وجغبوب الليبية أظهرت إختلاف واضح فى الخواص الهيدروكيميائية عن المياه الجوفية فى واحتى البحرية والفرافرة، حيث أظهرت هذه العينات السطحية إرتفاع ملحوظ فى محتواها من الأملاح حيث كان تركيز الأملاح الكلية فيها أكثر من 2000 جزء فى المليون، فى حين تركيز الأملاح فى أبار الواحات البحرية والفرفرة والأبار العميقة فى باقى الواحات تراوح بين 200 -300 جزء فى المليون.

3. مياه الأمطار:

مصر بلد جاف نادر الأمطار فيتراوح معدل سقوطها ما بين 20 -150 مم سنويا فوق الساحل الشمالى الغربى ثم يتناقص ذلك المعدل تدريجيا فى مختلف المناطق الأخرى ويكاد ينعدم فى جنوب مصر . ومثل هذا المعدل من الأمطار – حتى فى اعلاه وغزارته – لا يوفر مياها آمنة تستطيع مصر الاعتماد عليها فى الزراعة ، وينبغى ألا يقل هذا المعدل عن 600 إلى 700 مم سنويا . ومن ثم فإن الأمطار ستظل مصـــــدرا محـــدودا لايعتمد عليه فى التنمية الزراعية . وإنما يمكن أن تظل الأمطار تؤدى دورها الحاضر فى إنبات المراعى فى المناطق الصحراوية وفى رى ما يمكن من زراعات بالساحل الشمالى ويمكن توفير من الأمطار حوالى 2 مليار مترا مكعب فى العام .

4. مياه الصرف

في إطـــار تنمية مواردنا المـائية المحـدودة بدأت مصــر منذ الـخمسينيات في إعـادة استخدام مياه الصرف الزراعي في ري الأراضي ، وتزايد هذا الاهتمام بتنمية هذا المورد والعمل على معالجة مياه الصرف وإعادة خلطها بمياه النيل ويتم حاليا استخدام حوالي 4.7 مليارات متر مكعب في المتوسط سنويا من مياه الصرف الزراعي ، ومن المستهدف أن تصل كمية مياه الصرف المستخدمة إلى 10 مليارات متر مكعب خلال السنوات العشر القادمة . واستخدام مياه الصرف في أغراض الري تجربة جديدة في ميدان الزراعة . وتمت اقامة محطات على بعض المصارف في الدلتا تعمل علي رفع وتدفق مياهها إلى الترع لري الزراعة دون احداث أضرار ، وقد توسعت الدولة في استخدام مياه الصرف الصالحة على أوسع مدى ممكن . وتقدر كميات الصرف المستخدمة بنحو 9 مليارات متر مكعب سنويا .

هذا بالإضـــافة إلى التنوع الثري للموارد المائية في مصر وما تتميز به من معالم مائية .

الجدول التالي يوضح الموارد والإحتياجات المائية الحالية والمستقبلية في مصر (مليار متر مكعب).

جدول (1): الموارد والإحتياجات المائية الحالية والمستقبلية فى مصر (مليار متر مكعب)

العام	تعداد السكان (مليون نسمة)	الموارد المائية				إجمالى
		تقليدية		غير تقليدية		
		سطحية	جوفية	تحلية	معالجة	
1990	52	55.5	3.1	0.02	4.9	63.5
2025	86	57.5	7.4	0.07	9.1	74.07
2051	120	57.5	7.4	0.09	9.1	74.09

تكملة جدول (1)

العام	متجددة %	الإحتياجات المائية				نصيب الفرد م^3/سنة	فجوة الموارد المائية	
		شرب	صناعة	زرعة	إجمالى		أ	ب
1990	92	3.1	4.6	49.7	57.4	1221	6.1+	11.5+
2025	84	8.0	9.8	85.4	103.2	637	29.2-	11.9-
2051	84	10.6	13.8	111.9	136.3	617	62.3-	45.9-

المشروعات التى شاركت فيها مصر دول حوض النيل من أجل الاستفادة من مياه النهر فى مشروعات التنمية لدول الحوض

تعد الدائرة الأفريقية أحد أهم ركائز سياسة مصر الخارجية لارتباط القارة بمصالح مصر الاستراتيجية سواء كان ذلك على الصعيد السياسى والاقتصادى

والاجتماعى والثقافى ، ولعل علاقة مصر بدول حوض النيل وأمتداد نهر النيل الخالد الذى يجمع برباط لا ينفصم الدول العشر المتشاطئة لدليل على مدى عمق وأهمية العلاقات المصرية الأفريقية فى عمومها ومع دول حوض النيل بوجه خاص .

ومن هنا تتعامل مصر مع دول حوض نهر النيل كوحدة جغرافية واحدة تحرص على تنميتها بشكل عام ، وبما يحقق مصالح دوله كلها فى إطار من علاقات التعاون لا التنافس ، وبما يحول النهر الخالد إلي مجال تنموى لخدمة شعوبها . وتؤمن مصر بأن التعاون بين دول الحوض هوالسبيل الوحيد لحماية بيئة النهر وتحقيق تنمية متواصلة ومستدامة تقود لعملية اقتصادية تخلق اجواء سياسية مواتية بعيدا عن التنافس وأجواء المواجهة ، وحتى يتحول النهر إلي عامل ربط بين دوله وشعوبه .

المشروعات المصرية فى منطقة اعالى النيل:

•تعد اتفاقية التكامل بين مصر والسودان أسبق الاتفاقيات بين مصر والسودان .وكان من أهم نتائج تلك الاتفاقية ما يلى :

•مشروع قناة جونجلى فى منطقة بحر الجبل وبحر الزراف وذلك لأن المياه تفقد فى مستنقعات هذه المنطقة بسبب البخر وتقدر المياه المفقودة بحوالى 15 مليار متر مكعب غير أن العمل توقف فى هذا المشروع بسبب الأوضاع الأمنية فى المنطقة .

•مشروع مستنقعات مشار : يهدف هذا المشروع لجمع الفاقد بمستنقعات مشار وحوض نهر السوباط حيث يفقد نهر السوباط فى هذه المنطقة نحو 4 مليارات متر مكعب من المياه وتجميع ذلك كله فى مجرى واحد .

•مشروع شمال بحر الغزال : تشكل أرض حوض بحر الغزال مستنقعا ضخما تجرى فيه المياه ببطء مما يؤدى إلى فقد معظمها بالتبخر وتبلغ مساحة بحر الغزال 521 كم مربع بما يعادل مساحة 22 مليون فدان ويقوم المشروع فى هذه المنطقة على أسا ل

حفر قناة لتجميع هذه المياه فى الجزء الشمالى من بحر الغزال وتوصيلها إلى النيل الأبيض .

•مشروع جنوب بحر الغزال : يهدف هذا المشروع أيضا إلى حفر قناة لتجميع مياه الأنهار فى جنوب منطقة بحر الغزال ثم يتجه شرقا إلى بحر الجبل عند قرية شامبى وتقدر كمية المياه المتصرفة فى النقطتين الشمالية والجنوبية بحوالي 12 مليار متر مكعب سنويا .

•وهذه المشروعات مرتبطة بمشروعات أخرى تقوم بها مصر وهى : مشروعات التخزين فى البحيرات الاستوائية . بحيرة فيكتوريا . بحيرة كيوجا . بحيرة ألبرت . وسوف توفر هذه المشروعات حوالى 15 مليار متر مكعب سنويا تقسم بين مصر والسودان .

هذا إلى جانب قيام مصر بمشاركة كل من أثيوبيا وأوغندا فى تنفيذ بعض المشروعات وإقامة محطات توليد كهرباء . هذا إلى جانب وجود بعثة كاملة تتألف من مهندسين وعلميين وخبراء وفنيين وإداريين ومعدات تطهير وصيانة تتولى تطهير مجارى الأنهار والروافد التى تمد النيل بالمياه على مدى العام وذلك على نفقة الحكومة المصرية . كما تتولى هذه البعثة كتابة تقارير دورية عن أحوال الطقس والمناخ وسقوط الأمطار ونسب سقوطها على مدى العام وترفع البعثة هذه التقارير إلى حكومات دول حوض النيل .

كذلك قامت مصر بتمويل المشروعات التالية :

1. مشروع تقويم وتحليل المصادر المائية المتاحة وأهم استخدماتها
2. مشروع مراجعة وتحسين التنمية المحلية وتخطيط الادارة المائية .
3. مشروع تقويم أثر التغير المناخى .. الجفاف " على المصادر المائية المتاحة ونوعية المياه فى الحوض وبحث وسائل تخفيف هذا الأثر .

4. مشروع تحديد الميزان المائى لبحيرة فيكتوريا .
5. مشروع عمل الأحواض والمستنقعات .
6. مشروع عمل أطلس لدول حوض النيل وذلك لتقديم البيانات الأساسية عن مصادر المياه فى الحوض على أساس جغرافى .
7. مشروع إدارة المياه من خلال توحيد سبل تقويم مصادر المياه وإداراتها وخلق نظام موحد للمعلومات والبيانات فى منطقة الحوض .
8. مشروع رفع كفاءات قدرات المؤسسات المتخصصة للتخطيط المتكامل لمصادر المياه .
9. مشروع تحديد وتدعيم مراكز الخبراء فى المنطقة وذلك بغرض إشراكهم فى تنفيذ خطة العمل .
10. مشروع مراجعة وتدعيم وتنمية قدرات المؤسسات المختصة بحماية البيئة فى منطقة الحوض .

وللوقاية من تلوث المياه ، قامت مصر باتخاذ التدابير التالية:

1. معالجة مياه الصرف الصحى والصرف الصناعى طبقا للضوابط والمعايير المقررة قبل الصرف على المسطحات المائية ، وذلك للمحافظة على نوعية المياه العذبة كمصدر لمياه الشرب وللحد من نمو النباتات المائية التى تعوق قدرة المجرى المائى على المعالجة الذاتية وتؤثر على صلاحية مياه الرى وعلى المحافظة على الثروة المائية من الأسماك .
2. منع وصول أى ملوثات إلى بحيرة ناصر سواء بفعل تعرية التربة أو الملوثات الأخرى التى تسبب الإسراع فى شيخوخة البحيرة . وإذا كانت الزراعة على شواطى

البحيرة تفيد فى تثبيت التربة وعدم تعريتها إلا أن الأنشطة التنموية الأخرى قد تحدث أثر بيئيا سيئا على المدى القريب والبعيد .

3. إنشاء محطات للصرف الصحى مزودة بوسائل معالجة تلك المياه فى الأماكن المحرومة من تلك الخدمة : حيث أن تلوث المياه الجوفية يرجع فى معظمه إلى الصرف غير الآمن للمخلفات على سطح الأرض ، بما ينعكس بالسلب على نوعية المياه الجوفية ويزيد من تكلفة معالجتها وإعدادها لأغراض الشرب والاستخدام المنزلي .

4. المحافظة على مياه الشواطى البحرية من التلوث بتفعيل وتطبيق قوانين حماية البيئة باعتبار ذلك مطلبا بيئيا فى المقام الأول . كما أنه من عوامل تنشيط السياحة والترفية والاستمتاع للمواطنين .

5. الاهتمام بمعالجة مياه الصرف بما يمكن من إعادة استخدمها فى الرى وفى المزارع السمكية لبحيرات الشمال وذلك بهدف زيادة الموارد المائية وحماية مصادر المياه من التلوث .

المشروعات التى نفذتها مصر عبر العصور للاستفادة من ثرواتها المائية فى التنمية البشرية

•منذ أقدم العصور إرتبط المصريون بنهر النيل ، واعتبروه باعث الحياه فوق أرضهم ، وعلى ضفة النهر العظيم أكتشف المصريون الزراعة وتعلموا استنبات الزرع واستئناس الحيوان ، ونجحوا فى إقامة أقدم الحضارات التى عرفها العالم ، وارتبطت مصر وحضارتها بالزراعة وابتكر المصرى الآلات الزراعية وآلات الرى ، وعنى المصريون بتصوير العمليات الزراعية من حرث ورى وحصاد وتخزين على جدران معابدهم ووضعوا أساس التقويم الزراعى فكانت مصر أول دولة نظمت فيها الزراعة بمواعيد وتوقيتات حسابية .

•وأصبح النشاط الزراعى يشكل ركيزة الحضارة والاقتصاد عبر العصور التاريخية المتتالية . ففى عصر البطالمة اتسعت مساحة الأراضى الزراعية وتنوعت المحاصيل الزراعية وعنى ملوك البطالمة بشئون الرى وتنظيم استخدام المياه وشق الترع والقنوات وإقامة الجسور وحفر الآبار فى الصحراء.

• وشهد العصر الإسلامى شق الترع الكبيرة وإقامة الجسور وبناء القناطر وإنشاء مقاييس للنيل واستصلاح الأراضى ، وفى العصر العثمانى شهدت مصر ثورة فى مجال الزراعة والرى حيث تم إقامة العديد من مشروعات الرى الكبرى مثل الرياحات الثلاثة والترع والقناطر والخزانات مما أدى إلى توفير المياه اللازمة لتحويل جزء كبير من الأراضى الزراعية إلى نظام الرى الدائم ، ومن ثم زيادة الرقعة الزراعية . ومن أهم المشروعات التى شهدتها هذه الفترة إنشاء القناطر الخيرية عام 1861 ، وحفر الرياح البحيرى والتوفيقى والمنوفى ومئات الترع ، وإنشاء خزان أسوان عام 1902 (تمت تعليته مرتين) وإنشاء قناطر إسنا عام 1908 وقناطر نجع حمادى عام 1920 ، وترتب على تنفيذ هذه المشروعات زيادة مساحة الأراضى الزراعية من 2 مليون فدان عام 1813 إلى نحو 5ملايين فدان فى بداية الخمسينات من القرن العشرين

• ومع قيام ثورة يوليو 1952 خطت مصر أولى خطواتها على طريق مشروعات الرى العملاقة . فكان مشروع السد العالى هو أعظم المشروعات الهندسية الإنشانية التى تمت فى مصر خلال القرن الماضى (1964) وهو أكبر إنجاز حققته مصر فى تاريخها الحديث ، ويعد هذا المشروع نقطة تحول فى تاريخ الزراعة المصرية ، وبداية انطلاق الصناعة المصرية الحديثة ، ومنذ بدء التخزين فى بحيرة السد العالى (ناصر (عام 1964 نجح هذا المشروع العملاق فى ضبط مياه النيل والتحكم فيها

وتحقيق الأمان المائى لمصر مما ساهم فى التوسع فى مشروعات التنمية الزراعية من 5.2 ملايين فدان فى الخمسينيات لتصل إلى 5.8 ملايين فدان فى السبعينيات .

• وتواصلت مسيرة التنمية ليرتفع معدل النمو السنوى الزراعى فى المتوسط من 2.6 % فى الثمانينيات إلى 3.4% فى التسعينيات ثم إلى 3.6% عام 2007/2006 ، كما تزايدت مساحة الأراضى الزراعية بنحو 2.3 مليون فدان خلال هذه الفترة ، وانطلقت مصر نحو مشروعات التوسع الزراعى العملاقة التى تساهم فى إضافة 1.4 مليون فدان ، وفى زيادة المساحة المأهولة بالسكان من 5.5% من مساحة مصر إلى 25% ، وفى إعادة رسم الخريطة السكانية بعد خلق مجتمعات عمرانية جديدة فى الصحراء المصرية تشكل مناطق جذب سكانى لما توفره من فرص عمل جديدة .

• بالإضافة إلى ما سبق من تدعيم التنمية المستدامة على أرض مصر بدات مصر كذلك فى تنفيذ سلسلة من المشروعات القومية العملاقة تهدف هذه المشروعات إلى رسم خريطة عمرانية وإنتاجية جديدة تحقق التنمية المتوازنة بين أقاليم مصر المختلفة وتضمن الاستغلال الأمثل لكافة مواردنا المتاحة والتى لم تستغل بعد فى المناطق الصحراوية التى تتمتع بمقومات طبيعية واحدة ، وتتركز هذه المشروعات فى منطقتين هما إقليم جنوب مصر وإقليم القناة وسيناء وسوف تسهم هذه المشروعات العملاقة فى خلق مجتمعات عمرانية جديدة خارج الوادى فى أعماق الصحراء المصرية تكون متنفساً تنطلق فيه الزيادة السكانية مما يساهم فى تخفيف حدة الكثافة السكانية بالوادى لتزيد المساحة المأهولة من 5.3 % إلى 25% من إجمالى مساحة البلاد كما تساهم فى إقامة مشروعات إنتاجية زراعية وصناعية وسياحية وتعدينية وتفتح أبواب الاستثمار أمام الجميع

الإدارة المتكاملة للموارد المائية:

تعرف الإدارة المتكاملة للموارد المائية بأنه الأسلوب الذى يقوى ويدعم الإدارة والتنمية المستدامة للموارد المائية مع الأخذ فى الاعتبار الموارد الأخرى من أجل تحقيق أقصى إستفادة اقتصادية وإجتماعية وتحقيق العدالة فى التوزيع مع عدم الإخلال بالبيئة وتتيح مشاركة المهتمين بالمياه في عملية اتخاذ القرار.

وترتكز الإدارة المتكاملة للموارد المائية على عدة مبادئ تحرص مصر على أخذها فى الإعتبار بما يتناسب مع الجوانب الدينية والثقافية والاجتماعية والبيئية وهذه المبادئ هى :

- أن المياه العذبة مورد محدود قابل للنفاذ وهى أساسية للمحافظة على الحياة والتنمية والبيئة ويجب التعامل معها بطريقة متكاملة تأخذ فى الاعتبار الكم والنوع للمياه السطحية والجوفية معا .
- التأكيد على مبدأ المشاركة بين جميع المستخدمين والمخططين وواضعي السياسات ومتخذى القرار على جميع المستويات .
- المياه لها قيمة اقتصادية فى جميع الاستخدامات .

وباتباع منهج الإدارة المتكاملة للموارد المائية تكون الخطة القومية للموارد المائية موجهة لتحقيق وخدمة الأهداف الاقتصادية والاجتماعية لمصر بالاضافة إلى إبراز العديد من المشاكل والتحديات التى تواجه مصر حتى عام 2017 مثل الصحة ونسبة البطالة وكذا رفع المستوى المعيشى للمواطنين.

وفى هذا الإطار اشتركت مجموعة ممثلة لكافة الجهات المعنية بالمياه فى وضع هذه الخطة وذلك على المستوى المركزى الحكومى من خلال اللجنة الوزارية العليا واللجنة الوزارية الفنية للمشروع وأيضا على المستوى اللامركزى بإشراك بعض المحافظات ومجالس المياه وروابط مستخدمى المياه.

التحديات التى تواجه مصر فى إدارة الموارد المائية:

تعتبر الزيادة السكانية ومايصاحبها من نمو فى الأنشطة الصناعية والتجارية بالإضافة إلى التوسع فى الرقعة الزراعية هى أهم التحديات التى تواجه البلاد حيث أدت هذه الزيادة إلى زيادة الطلب على المياه إلى حد تستهلك معه الموارد المائية المتاحة .

وقد زاد عدد السكان فى مصر من حوالى 38 مليون نسمة فى عام 1977 إلى حوالى 66 مليون نسمة فى عام 2002 ومن المتوقع أن يبلغ عدد السكان حوالى 83 مليون نسمة فى عام 2017 وتتمركز الغالبية العظمى من السكان (97%) حاليا فى وادى النيل والدلتا (حوالى 4% من إجمالى مساحة مصر) .

وقد قامت مصر بوضع خطة طموحة للتوسع الأفقى فى الزراعة وعمل مناطق صناعية ومدن سكنية جديدة لإعادة توزيع السكان خارج الوادى والدلتا مما يزيد من الطلب على المياه فى حين أن حصة مصر من المياه من نهر النيل محددة.

وقد استطاعت مصر حتى الآن من خلال نظام الإدارة المائى الحالى أن توفر المياه لجميع الاستخدامات حيث يلعب السد العالى وبحيرة ناصر من خلفه دورا عظيما فى تأمين إمداد المياه للاستخدامات المختلفة على مر السنين بصورة منتظمة .

وقد أدركت الحكومة المصرية هذه الأخطار منذ مدة طويلة حيث قامت بالفعل بتنفيذ العديد من المشروعات الكبرى لتأمين توصيل مياه شرب نظيفة صحية للمواطنين وكذلك إمداد المواطنين بصرف صحى آمن مع معالجة الصرف الصحى المنزلى والصناعى .

ومع ذلك مازالت هذه البرامج وخاصة الصرف الصحى غير كافية مما تسبب فى حدوث تدهور فى نوعية المياه فى بعض المناطق إلى الحد الذى يهدد صحة المواطنين ، وبالتالى أصبح على الحكومة مواجهة جميع هذه التحديات وذلك من خلال

قيام وزارة الموارد المائية والرى بالتطوير المستمر للأنشطة المختلفة لتحسين أداء النظام المائى فى مصر وذلك للتأكد من تحقيق الأهداف الاقتصادية والاجتماعية للبلاد مع الحماية اللازمة للبيئة والصحة العامة .

وتعمل الخطة المقترحة على تحقيق الأهداف القومية عن طريق تنمية مصادر مائية جديدة وتحسين كفاءة استخدام المياه مع الحفاظ على الصحة العامة والبيئة من خلال محاولة منع وصول الملوثات إلى المجارى المائية عن طريق معالجة المياه الملوثة قبل وصولها للمجارى المائية وتتم بعض هذه الأنشطة من خلال التعاون والتنسيق مع الوزارات الأخرى مثل وزارة الاسكان والمرافق ووزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ووزارة البيئة.

الاستراتيجية المائية (مواجهة التحديات):

ترتكز السياسة المائية المقترحة من الدولة على استراتيجية يطلق عليها " مواجهة التحديات " وهذه الاستراتيجية تحتوى على إجراءات عديدة تم تقسيمها الى ثلاث محاور رئيسة كالتالى :-

- تنمية الموارد المائية.
- تحسين كفاءة استخدام الموارد المائية المتاحة حاليا.
- حماية الصحة العامة والبيئة.

المحور الأول: تنمية الموارد المائية:

إن تنمية الموارد المائية عملية صعبة ومحدودة نسبيا وتشمل تنمية المياه الجوفية العميقة فى الصحراء الغربية والوصول بها إلى 35 مليار متر مكعب سنويا مع الأخذ فى الاعتبار أن هذه المياه غير متجددة كما أن تنميتها واستخدامها يحتاج إلى رقابة وتحكم ومتابعة مستمرة . هذا بالاضافة إلى بعض المصادر المحدودة الأخرى التى يمكن العمل على تنميتها مثل حصاد مياه الامطار والسيول واستخدام المياه

الجوفية (ذات الملوحة القليلة) . ويعتبر التعاون مع دول حوض النيل أحد الاجراءات الهامة التى تؤدى إلى تنمية الموارد المائية فى مصر .

المحور الثانى: تحسين كفاءة استخدام الموارد المائية الحالية:

وهذا المحور يشتمل على مجموعة من الاجراءات التى تساعد على تحسين كفاءة النظام المائى فى مصر بالاضافة إلى تقييم كامل لخطط التوسع الزراعى مع إعادة جدولة تنفيذ هذه الخطط على ضوء توفيرالمياه المطلوبة. هذا ويمكن تحسين كفاءة الاستخدام فى قطاع الزراعة من خلال العديد من الاجراءات مثل استكمال مشروع تطوير الرى وكذلك مراجعة السياسة الحالية لإعادة استخدام مياه الصرف الزراعى عن طريق تنفيذ إعادة الاستخدام الوسيط لمياه الصرف الزراعى وزراعة بعض المحاصيل التى تتحمل الملوحة العالية .

أما عملية توزيع وتخصيص مياه الزراعة فإنه مقترح أن تتم بحيث تحقق مبدأ المساواة والذى من شأنه تقليل الفواقد من نظام الرى فى مصر . وتنفيذ هذا الاجراء يتطلب تحسين وتطوير عملية التشغيل والصيانة والتى بدورها تتطلب وجود نظام مؤسسى وقانونى مدعم بمجالس للمياه وروابط قوية لمستخدمى المياه .

ويمكن تحسين كفاءة استخدام المياه فى قطاعى مياه الشرب والصناعة عن طريق تحسين وتطوير البنية الأساسية بالإضافة إلى بعض الاجراءات المالية التى من شأنها ترشيد استهلاك المياه مع إعطاء أولوية للأبحاث والدراسات والتى قد تساعد على إيجاد بعض الحلول الأخرى لتحسين كفاءة الاستخدام .

المحور الثالث: حماية الصحة العامة والبيئة:

يشتمل على العديد من الاجراءات التى يمكن تجميعها على شكل مجموعات (حزم) تحتوى على إجراءات خاصة بالبنية الأساسية وإجراءات مالية ومؤسسية

وهذا المحور يحتوى على ثلاثة مستويات للتعامل مع الملوثات التى تصل إلى شبكة الرى والصرف هى :

المستوى الأولى : ويشمل منع الملوثات الصناعية من الوصول للشبكة من خلال تشجيع المنتجات صديقة البيئة ونقل الصناعات الملوثة بعيدا عن أماكن التجمعات السكنية وتشجيع استخدام الاسمدة الصديقة للبيئة فى قطاع الزراعة.

المستوى الثانى : فى حال عدم القدرة على منع هذه الملوثات فإنه يقترح معالجة المياه الملوثة قبل دخولها إلى النظام من جديد وتشمل معالجة مياه الصرف الصحى مع استعاضة التكاليف التى سوف تساعد على تحسين عمليتى التشغيل والصيانة .

المستوى الثالث : فى حالة عدم القدرة على معالجة الملوثات فإن ذلك يستلزم اتخاذ بعض الاجراءات للتحكم فى هذه الملوثات بغرض تقليل آثارها الضارة مع التركيز على بعض الأماكن لتقليل فرصة تلوث آبار المياه الجوفية ومآخذ مياه الشرب .

ويجب أن تكون عملية تخطيط الموارد المائية على المستوى القومى عملية مستمرة مع التحديث الدائم للبيانات والمعلومات وتبادل تلك البيانات والمعلومات بين الجهات المختلفة إلى جانب تنسيق الاستثمارات بينها . وكذلك يجب دعم دور كافة مستخدمى المياه وخاصة المزارعين وعموم المواطنين فى إدارة الموارد المائية و تنمية شعورهم بالملكية العامة ومدى أهميتها بالنسبة لهم مع إعطاء دور أكبر للمرأة فى إدارة المياه .

النتائج المتوقعة من الخطة القومية للموارد المائية :

إن تنفيذ الاستراتيجية المقترحة " مواجهة التحديات" سيؤدى إلى :-

- رفع كفاءة النظام المائى فى مصر ويؤدى إلى زيادة المياه المتاحة للاستخدامات المختلفة مع تحسين نوعيتها .

- زيادة مساحة الرقعة الزراعية بنسبة 35% كنتيجة للتوسع الأفقى (مثل مشروع استصلاح شمال سيناء وتوشكى) مع زيادة التوسع العمرانى فى الصحراء ليغطى أكثر من 20% من عدد السكان .
- تدعيم النمو الاقتصادى والاجتماعى .
- إمداد عموم المواطنين بمياه شرب صحية .
- زيادة تغطية السكان بصرف صحى آمن بمضاعفة النسبة الحالية لتصل من 30% حاليا إلى 60% فى 2017 .

سبل زيادة كفائة إستخدام الموارد المائية فى القطاع الزراعى

يمكن زيادة الموارد المائية اللازمة من خلال حصة مصر الدولية وهى 55.5 مليار متر مكعب / سنة من خلال بعض الآليات كما يلى :

أولاً : آليات رفع كفاءة الاستخدام وتقليل الفاقد (بإجمالي 8.35 مليار م^3 /سنة)

وذلك من خلال الوسائل الآتية :

1- تحديد مساحة الأرز بما لا يزيد عن 900 ألف فدان سنويا، وبذلك يمكن توفير حوالى مليار مكعب سنويا.

2- تغيير مناوبات رى الأرز من 4 أيام عمالة و4 بطالة لتصبح 4 أيام عمالة و 6 أيام بطالة عقب انتهاء موسم الشتل فى يونيو حيث سيترتب على ذلك توفير حوالى 1.5 مليار متر مكعب سنويا بشرط تجميع مساحات الأرز بقدر الإمكان كما يحدث فى زراعات القطن.

3- التوسع فى زراعة أصناف الأرز المبكرة والتى تحتاج 135 يوما بدلا من 160 يوما وبذلك يمكن توفير حوالى 15% من مياه رى الأرز أى حوالى 1.1 مليار متر مكعب سنويا.

4- توحيد ميعاد الزراعة خلال النصف الأول من شهر مايو ويوفر هذا مليار متر مكعب أخرى، وتؤدى هذه الآليات الى توفير حوالى 4.6 مليار متر مكعب/ سنة من مياه الأرز.

5- تغيير مناوبات رى المحاصيل الشتوية الى 6 أيام عمالة و12 بطالة بدلا من 5 أيام عمالة و10 أيام بطالة حيث يؤدى هذا الى توفير حوالى مليار متر مكعب سنويا .

6- منع زراعة محصول قصب السكر (الخاص بالعصير) خارج حزام الإنتاج الخاص بمصانع السكر ، حيث يؤدى ذلك الى توفير حوالى 0.25 مليار متر مكعب سنويا.

7- إرشاد المزارعين الى زراعة البرسيم عفيرا بدلا من الزراعة على اللمعة حيث يؤدى ذلك الى توفير حوالى 0.75 مليار متر مكعب من المياه سنويا.

8- إرشاد المزارعين بالزراعة على مصاطب من الريشتين خاصة بالنسبة لمحصول القطن والذرة الشامية حيث يؤدى ذلك الى توفير حوالى مليار متر مكعب سنويا.

9- الاهتمام بعمليات التسوية فى الأراضى التى تروى بطريقة الري السطحى ، وقد يوفر ذلك حوالى 0.5 مليار متر مكعب .

10- تطوير الرى فى أراضى الوادى والدلتا ويؤدى الى توفير حوالى مليار متر مكعب سنويا .

ويكون مجموع ما يمكن توفيره من هذه الآليات حوالى 8.35 مليار متر مكعب سنويا.

ثانياً : آليات لزيادة الموارد المائية غير التقليدية (بإجمالى حوالى 17 مليار م^3/ سنة)

وذلك من خلال الوسائل الآتية :

أ- مياه الصرف الزراعى .. تبلغ مياه الصرف الزراعى حوالى 14 مليار متر مكعب سنويا ويمكن إعادة استخدام حوالى 8 مليار متر مكعب سنويا.

ب- مياه الصرف الصحى .. تصل كميات مياه الصرف الصحى 3 مليار متر مكعب سنويا، تصل عام 2000 وما بعدها حوالى 5 مليار متر مكعب يمكن اعادة استخدامها بعد معالجتها كمورد اضافى هام من ناحية ولحماية البيئة من ناحية أخرى.

ج- الماء الجوفى .. ويمكن استخدام حوالى 4 مليار متر مكعب سنويا.

د- تحلية المياه المالحة .. هناك كثير من طرق وتكنولوجيات تحلية المياه المالحة تختلف فى اقتصادياتها حسب درجة الملوحة أو درجة تطبيقها على المستوى القومى أو الأقليمى . ويمكن أن توفر الآليات الأولى (1-3) حوالى 17 مليار متر مكعب سنويا.

المياه الجوفية فى منطقتنا العربية

تقع معظم الدول العربية فى نطاق المناطق الجافة ونصف الجافة وبالتالى فإن نصيبها من مياه الأمطار قليل وبالتالى أصبح التركيز على المياه الجوفية فى المنطقة العربية لإستخدامها فى الزراعة والتنمية أمر حتمى، وذلك حتى فى البلاد التى تجرى بها الأنهار كمصر حيث أصبح نهر النيل غير كافى لسد إحتياجاتها من الموارد المائية وبالتالى إتجهت إلى النظر إلى المياه الجوفية كمصدر بديل لإستخدامه فى الرى.

وأستخدام المياه الجوفية فى الرى يجب أن يكون بشىء من الحذر حيث كثيراً ما تكون جودة هذه المياه لإستخدامها فى الرى قليله، وكذلك غالبا ما تعتبر هذه المصادر من المياه من المصادر غير المتجدده.

وفى الواقع فإن المياه الجوفية تعتبر من المصادر الرئيسية للمياه فى الأردن وسوريا ومصر واليمن ودول مجلس التعاون الخليجى وقطاع غزه، وتستخدم حالياً للوفاء بإحتياجات السكان والزراعة ولقد بدأت السعودية والأردن والبحرين فى

استخدام مصادر المياه الغير متجدده وكذلك دول قطر والإمارات واليمن بدأت تستخدم مصادر المياه الأحفورية التى يزيد عمرها عن 20.000 عام فى الزراعة لسد الفجوة الغذائية. ويلاحظ أن إستخام المياه الجوفية فى كثير من البلدان العربية قد تعدى حد الأمان.

نوعية المياه الجوفية

تؤثر درجة جودة المياه بدرجة كبيرة على كيفية إستخدامها فى الأغراض المختلفة من الصناعة والشرب والزراعة. والعوامل الرئيسية التى تؤثر على نوعية وجودة المياه الجوفية تنحصر فى:

1. نوعية وتركيب الطبقات الحاملة للمياه (جيولوجيا)
2. الأمطار والجريان السطحى والحركة خلال القطاع الأرضى والطبقات الحاملة للماء (هيدرولوجيا).

فالمياه الجوفية فى المناطق الرطبة كما فى أوربا تتميز بجودة مياهها الجوفية نتيجة الأمطار المستمرة التى ينتج عنها تغذية مستمرة للمياه الجوفية، بينما تتميز المياه الجوفية فى المناطق الجافة بإنخفاض جودتها نتيجة ندرة الأمطار. فمثلاً فى بلادنا العربية نجد أن الطبقات الحاملة للمياه ذات النوعية الجيدة تتمركز فى المناطق التى تسقط الأمطار فيها عالى نسبياً. أيضاً الطبقات العميقة الحاملة للمياه الجوفية ذات النوعية الجيدة قد تعزى إلى التغذية الحالية والقديمة نتيجة تسرب المياه من الأنهار والوديان.

تقييم جودة المياه للرى

غالبا مانفكر فى جودة الماء على أساس الطعم والنقاء والرائحة ونغفل أنه توجد صفات أخرى قد تكون هامة عند إستخدام الماء فى الرى، فالماء على سبيل

المثال يجب أن لاتحتوى على تركيزات عالية من البورون وهو ما يسبب السمية النوعية للماء فوجود البورون فى الماء بتركيزات عالية قد لايؤثر على خواص الماء كالطعم والرائحة والنقاء ولكنه يسبب سمية للنباتات بالبورون وهذا شائع فى المياه الجوفية.

وتتحدد الطبيعة الكيميائية للماء بوجه عام من خلال الدورة الهيدرولوجية فنوع المواد الكيميائية التى توجد فى الماء الجوفى مثلاً تتوقف جزئياً على كيمياء مياه الأمطار ومياه التغذية. فالأمطار التى تسقط بمحاذاة البحار تحتوى على مستويات عالية من الصوديوم والكلوريد بينما فى المناطق الصناعية نجد أن انتشار مركبات النيتروجين والكبريت تجعل الأمطار فى هذه المناطق أمطار حمضية.

وفى الواقع أن أهم التغيرات الطبيعية التى تؤثر على كيمياء الماء تحدث فى التربة، وهذا واضح فى المياه الجوفية، فالتربة تحتوى على تركيزات عالية من ثانى أكسيد الكربون التى تذوب فى الماء الجوفى مكونة حامض ضعيف قادر على إذابة العديد من المعادن السيليكاتية. ففى رحلة الماء التى يتحرك فيها لأسفل ثم يعاود الظهور ثانية كماء سطحى يتم ذوبان بعض المواد وترسيب مواد أخرى . ولذلك فجودة الماء الجوفى يتوقف على ظروف ونوع الصخور والأتربة التى يمر خلالها الماء.

أما بالنسبة لتقييم جودة المياه للرى فهناك العديد من الطرق منها طريقة معمل الملوحة الأمريكي ويوضح الجدول 2 درجات المياه حسب طريقة معمل الملوحة الأمريكي وطريقة منظمة الأغذية والزراعة FAO وغيرها. وفى الواقع فإن طريقة FAO تعتبر الأكثر كفائة وإستخداما حتى الآن حيث تعتبر أشمل الطرق حيث أخذت فى إعتبارها معايير أوسع كما عدلت بعض المقاييس كإستخدام SAR المعدل والعروف ب $adjR_{Na}$ بدل من SAR وSAR يحسب من المعادلة:

$$SAR = Na \;/\; \sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}$$

أما فى ال $adjR_{Na}$ يتم إدخال الكالسيوم والبيكربونات (Ca/HCO_3) و التوصيل الكهربى (EC dS/m) فى حسابات مشاكل الرشح ويتم ذلك بالإستعانه بجداول خاصة وضعتها منظمة الأغذية والزراعة فى إصدراتها فى رقم 29 لسنة 1985.

جدول(2) أقسام مياه الرى فى طريقة معمل الملوحة الأمريكي

Salinity Degree	EC µmhos cm^{-1}	Class	Sodium Degree	SAR	Class
Low	< 250	C_1	Low	0 – 10	S_1
Medium	250 – 750	C_2	Medium	10 – 18	S_2
High	750 – 2250	C_3	High	18 – 26	S_3
Very high	>2250	C_4	Very high	26 - 30	S_4

تقييم جودة المياه للري بطريقة منظمة الأغذية والزراعة (FAO):

منظمة الأغذية والزراعة فى إصدراتها فى رقم 29 لسنة 1985 (Ayers & Westcot) حددت عدد من المعايير لتقييم جودة المياه للرى.

المعايير المحدده لصلاحيه المياه للرى

كما هو موضح بالجدول 3 المعايير المحددة لصلاحية المياه للرى تتمثل فى:

1- الملوحة Salinity

كما هو موضح فى الدليل الإرشادى للFAO (جدول 3) إذا كانت ملوحة مياه الرى أقل من 0.3 dS/m أى أقل من 450 جزء فى المليون فإن مياه الرى فى هذه الحاله تكون صالحة للإستخدام فى الرى دون أى محاذير، أما إذا كانت ملوحة المياه أكثر من 3 dS/m أى أكثر من 2000 جزء فى المليون فإنه توجد محاذير شديدة لإستخدامه فى الرى، أما المدى فى ملوحة مياه الرى بين 450 جزء فى المليون و2000 جزء فى المليون تجعل المياه خفيفه إلى متوسطة فى محاذير إستخدامها للرى. وفى الواقع فإن تركيز الملوحة الأكثر من 2000 جزء فى المليون يستخدم بنجاح لرى الكثير من المحاصيل وأشجار الفاكهة المتحملة للملوحة، كما هو حادث فى واحة سيوه حيث أن معظم الأبار المستخدمه فى الرى درجة ملوحتها أكثر من 2000 جزء فى المليون وتستخدم فى الواقع بنجاح فى الرى والزراعة، كرى النخيل والزيتون وبعض محاصيل الخضر كالملوخية والنعناع والكوسة وغيرها، إلا أن إستخدام هذه المياه (أكثر من 2000 جزء فى المليون) لاتصلح لرى المحاصيل وأشجار الفاكهة الحساسة للملوحة كالخيار والموز وغيرها. وهنا نجد أن منظمة الأغذيه والزراعه FAO توصى عامتاً بعدم إستخدام مثل تلك المياه فى الرى بإعتبارها عالية الملوحه دون النظر إلى درجة تحمل المحاصيل لها، ولذلك فإننا نرى بإعاة النظر فى هذا التقييم لجودة مياه الرى.

2- معدل تخلل المياه للارض (معدل الرشح) Water Infiltration Rate

يعبر عن معدل الرشح بنسبة الصوديوم المدمص (SAR) والذى يحسب من المعادلة السابقة، ولقد ربطت ال FAO بين نسبة الصوديوم المدمص (SAR) والتوصيل الكهربى (EC) فى التعبير عن معدل الرشح، حيث كلما زادت ملوحة مياه الرى والمعبر عنها بال EC كلما قل خطر الصوديوم كما هو موضح بجدول 3.

تحدث مشكلة تخلل المياه للارض و المرتبطة بنوعية مياه الرى عندما ينخفض معدل الرشح للمياه المستخدمة فى الرى و تبقى المياه على سطح الارض لمدة طويلة دون تخلل القطاع الارضى أو تتشربه ببطء مما يعطل امداد النبات بالمياه اللازمة لانتاج المحصول المتوقع. و بالرغم من ان معدل الرشح يتغير و يتأثر بدرجة كبيرة بنوعية مياه الرى إلا أن كثيراً من خواص الأرض مثل بناء الأرض ودرجة تضاغطها ومحتواها من المادة العضوية والتسميد الكيماوى يمكن أن تؤثر بدرجة كبيرة على معدل نفاذية المياه فى القطاع الأرضى.

وتعتبر ملوحة مياه الرى ونسبة محتواها من الصوديوم إلى الكالسيوم والمغنسيوم أهم عاملين لنوعية مياه الرى يؤثرا بشدة على معدل الرشح. فالمياه المرتفعه فى الملوحة تزيد معدل الرشح بينما يسبب إرتفاع نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم والمغنسيوم (نسبة الصوديوم المدمص SAR) نقصا فى معدل الرشح.

جدول (3) دليل إرشادى لأقسام مياه الرى بطريقة منظمة الأغذية والزراعة FAO لسنة 1985

Potential irrigation problem	Units	Degree of restriction on use		
		None	Slight to moderate	Severe
Salinity (affects crop water availability) EC_W. (Electrical conductivity)	dS/m	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
(or)				
TDS (total dissolved solid	Mg/l	< 450	450 – 2000	> 2000
Infiltration (affects infiltration rate of water into the soil. Evaluate using Ec_W and SAR together).				
SAR = 0-3 and EC_W =		> 0.7	0.7 – 0.2	< 0.2
= 3-6 =		> 1.2	1.2 – 0.3	< 0.3
= 6-12 =		> 1.9	1.9 – 0.5	< 0.5
= 12-20 =		> 2.9	2.9 – 1.3	< 1.3
= 20-40 =		> 5.0	5.0 – 2.9	<2.9
Specific Ion Toxicity (affects sensitive crops).				
Sodium (Na).	SAR	< 3	3 – 9	> 9
Surface irrigation	Me/l	< 3	> 3	
Sprinkler irrigation				
Cbloride (Cl)	Me/l	< 4	4 – 10	> 10
Surface irrigation	Me/l	< 3	> 3	
Sprinkler irrigation	Mg/l	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
Boron (B)				
Miscellaneous effects				
(affects susceptible crops).				
Nitrogen (NO_3 – N)	Mg/l	< 5	5 – 30	> 30
Bicarbonate (HCO_3)	Me/l	< 1.5	1.5 – 8.5	> 8.5
(overhead sprinkling only)				
PH	**Normal Range** 6.5 – 8.4			

جدول (4) دليل إرشادى لأنواع مياه الرى المالحة بطريقة منظمة الأغذية والزراعة FAO لسنة 1992

Water class	Electrical conductivity $dS\ m^{-1}$	Salt concentration $mg\ L^{-1}$	Type of water
Non-saline	< 0.7	< 500	Drinking and irrigation waters
Slightly saline	0.7-2	500-1,500	Irrigation water
Moderately saline	2-10	1,500-7,000	Primary drainage water and ground water
Highly saline	10-25	7,000-15,000	Secondary drainage water and ground water
Very highly saline	25-45	15,000-35,000	Very saline ground water
Brine	> 45	> 35,000	Sea water

3- السمية Toxicity

اهم الايونات المحدثه للسميه فى مياه الرى هى أيونات الصوديوم والكلوريد والبورون، ومدى التركيزات المسموح بها موضح فى جدول 3. وبالرغم من أن أعراض السميه قد تحدث عند تركيزات منخفضه من هذه الايونات الا أنها غالبا ما تحدث مصاحبه ومتداخله مع مشاكل الملوحه أو انخفاض معدل الرشح. ويحدث الضرر عندما تمتص الايونات المحدثه للسميه بكميات مؤثره مع امتصاص المياه عن طريق الجذور وتنتقل هذه الايونات الى الاوراق حيث تتراكم مع النتح ، ويزداد تراكم الايونات فى المناطق التى يزيد فيها فقد المياه ، عاده فى قمم وحواف الاوراق وتتم هذه العمليه خلال وقت طويل حيث تظهر اعراض الضرر ببطء ويصعب ملاحظته فى مراحله الاولى.

تتوقف شده الضرر على مدى امتصاص هذه العناصر وحساسيه النبات لها. وتعتبر الاشجار المعمره (الاشجار الخشبيه وأشجار الفاكهه) اكثر النباتات حساسيه للتأثير السمى النوعى لهذه الايونات وعاده ما يحدث الضرر عند تركيزات منخفضه لهذه الايونات فى النباتات الحساسه.

4- مشاكل اخرى متنوعه Miscellaneous

يحدث العديد من المشاكل الاخرى نتيجه لنوعيه مياه الرى والتى يتكرر ملاحظتها وهى تشمل المشاكل الآتيه :

(1) اذا ما احتوت مياه الرى على تركيزات مرتفعه من النتروجين فانها تسبب زياده فى النمو الخضرى للمحصول وتأخير نضج المحصول.

جدول (5) دليل إرشادى للتركيزات القصوى لبعض العناصر الصغرى الموصى بها فى مياه الرى بطريقة منظمة الأغذية والزراعة FAO لسنة 1985

Element	Recommended Maximum Concentration (mg L^{-1})	Remarks
Cd (Cadmium)	0.01	Toxic to beans, beets and turnips at concentration as low as 0.1 mg L^{-1} in nutrient solutions. Conservative limits recommended due to its potential for accumulation in plants and soils to concentration that may be harmful to humans.
Cu (Copper)	0.20	Toxic to a number of plants at 0.1 to 1.0 mg L^{-1} in numtrient solutions.
Mn (Manganese)	0.20	Toxic to a number of crops at a few-tenths to a few mg L^{-1}, but usually only in acide soils.
Fe (Iron)	5.0	Not toxic to plants in aerated soils, but can contribute to soil acidification and loss of availability of essential phosphorus and molybdenum. Overhead sprinkling may result in unsightly deposits on plants, equipment and buildings.
Zn (Zinc)	2.0	Toxic to many plants at widely varying concentrations; reduced toxicity at pH 76.0 and in fine textured or organic soils.

(2) تكون بقع على الثمار أو الاوراق عند الرى بالرش بمياه تحتوى تركيزات مرتفعه من البيكربونات أو تحتوى على الجبس أو تركيزات مرتفعه من الحديد أو أى مكونات غريبه عاده ما تتواجد مع تميز المياه برقم حموضة (pH) غير عادى (جدول 5).

(3)حدوث تآكل أو ترسيب فى معدات وخطوط الرى نتيجه لحركه المياه بها وهى مشكله حاده اذا كانت المياه جوفيه لكلا من البئر وطلمبات الرفع.

(4) قد تكون مياه الرى مصدرا لبعض الامراض مثل المناطق التى يكثر فيها الملاريا والأمراض الصدريه وغيرها. وقد تنشأ هذه المشكله مع اعاده استخدام مياه الصرف الصحى أو مياه الصرف الزراعى الراكده فى الرى.

(5) تسبب المواد العالقه والرواسب بالمياه سواء كانت مواد عضويه أو معدنيه مشاكل فى نظم الرى الحديث (الرش والتنقيط) حيث تؤدى الى سد الفتحات الرئيسيه والفرعيه وكذا الرشاشات والنقاطات وقد تتسبب فى تلف طلمبات الرفع اذا لم يوضع فلتر أو مرشح لحجزها. كذلك قد تتسبب الرواسب والمواد العالقة فى تقليل نفاذية الارض وتملأ قنوات الرى وتزيد من اعباء تطهير القنوات وصيانة الخطوط.

العلاقة بين ملوحة مياه الرى والمحاصيل:

1. تأثير الإنتاجية ونوعيتها:

الملوحة لها تأثير واضح على كمية الإنتاج ونوعيته إذ أنها تقلل من الإنتاجية وأيضاً ظهور الصفات الرديئة على الثمار . مثال ذلك فى البطاطس فنجد أن الدرنات تكون صغيرة ذات محتوى قليل من النشا وعصيرية أى لا تتحمل التخزين أو النقل بالإضافة لذلك نجد أن محصول الكرنب يحدث له انخفاض واضح مع زيادة الملوحة والثمار تكون صغيرة الحجم مع صلابة الأوراق ، أما محصول الجزر فنجد أن الحالة الوحيدة في تأثير الملوحة هى زيادة السكر وصغر حجم الدرنات.

2. أثر سمية بعض الأيونات الموجودة بالماء على المحاصيل:

نجد أن جودة المياه، الأيونات الموجوده بها لها تأثير فعال على نمو وحيوية المحاصيل ، وخصوصاً فى الأراضى التى تروى بنظام الرش . فنجد أن الأملاح الموجودة فى مياه الرى توثر تأثيراً واضحاً على النباتات القائمة من حيث تأثيرها على العمليات الحيوية الداخلية وظهور أعراض السمية على النباتات مثل الإصفرار وحرق الأوراق.

أما العمليات الحيوية التى تؤثر عليها الأملاح هى إضطراب فى إمتصاص العناصر الغذائية فمثلاً الأشجار ذات النواه الحجرية والأفوكادو والبكان تتأثر تأثيراً واضحاً بزيادة أيون الكلوريد وتظهر أعراض السمية عليها . أما أيون الكبريتات فإن زيادته تؤدى إلى إختلال فى إمتصاص عناصر كثيرة وتقلل من إمتصاص الكالسيوم وتزيد من إمتصاص الصوديوم والبوتاسيوم

3. الحد الأدنى لتأثير الملوحة على مراحل النمو:

معظم النباتات حساسة للملوحة في بعض مراحل نموها مثل الإنبات وخروج البراعم ، والعقد وخلاف ذلك . فمراحل النمو الأخرى تكون مقاومة للملوحة وحتى

فى النباتات ذات المقاومة العالية للملوحة نجد أن مرحلة الإنبات حساسة جداً للملوحة مثال ذلك بنجر السكر . لذلك فتحت ظروف الحقل يمكن عمل تحوير فى عمليات الإنبات بحيث نمنع تراكم الأملاح حول البذور والبادرات الصغيرة ذات الحساسية العالية ، وذلك بزراعة البذور في الجزء السفلى من الخط أو فى بطن الخط حيث جريان المياه.

ويمكن إنبات البذور فى مشاتل خاصة مع تجهيز مهد خاص للبذور من مواد عضوية كاملة التحلل مخلوطة بمركبات معدنية (الفيرميكيوليت) ، وإستخدام مياه أقل ملوحة من الماء المستعمل فى الحقل ولا تزيد ملوحته عن 1000 جزء فى مليون وبعد 3-4 أسابيع وعندما تبلغ الشتلة طول 10-15 سم يمكن نقلها إلى المكان المستديم وإستخدام مياه أكثر ملوحة فى ريها (فوق 2500 جزء فى مليون) ويمكن إنجاح محاصيل خضر كثيرة مثل الطماطم - كرنب - خس - خيار- فلفل - باذنجان - بنجر المائدة - قنبيط . . . إلخ بهذه الطريقة السابقة.

4. درجة مقاومة المحاصيل للملوحة:

وهذه المحاصيل التى يمكن زراعتها على مياه ذات ملوحة لا تزيد عن 4000 جزء / مليون مثل:

1 -البرسيم الحجازى يمكن زراعته تحت ماء رى 4000 جزء / مليون.

2 -ذرة دراوة تقل إنتاجها بمقدار 40 % وذلك باستخدام مياه رى ملوحتها من 2000-3500 جزء /مليون.

3 -الذرة تقل إنتاجها بمقدار 50 % باستخدام مياه 3500 جزء / مليون.

4 -حشيشة الراى يمكن زراعتها على مياه تركيزها 3000 جزء / مليون عندما تسقط أمطار فى حدود 300 مم فى السنة دون نقص فى المحصول.

5 -البرسيم حساس جداً للملوحة فيمكن استخدام مياه رى ملوحتها 3000 جزء / مليون عندما يسقط مطر مقداره 450 مم / سنة ، ويمكن زراعته على مياه 2500 جزء / مليون عندما يسقط مطر بمقدار 300 مم / سنة.

6 -الشعير يمكن ريه بمياه لا تزيد ملوحتها عن 4000 جزء / مليون.

7 -الطماطم الصيفية يقل محصولها بمقدار 50 -75% عند الرى بمياه ملوحتها من 2000 – 3400 جزء / مليون كما تقل الصفات التسويقية لها . وقد وجد أن زيادة ملوحة ماء الرى تؤدى إلى تساقط كمية كبيرة من الأزهار والعقد الصغير.

الباب الثانى

الموارد الأرضية وإستصلاح الأراضى فى مصر

تمهيد

استصلاح الأراضي في مصر

مشروعات التوسع الافقي فى مصر

مقومات إستصلاح الأراضى الصحراوية

الأراضى الصحراوية القابلة للإستصلاح فى مصر

الموارد الأرضية وإستصلاح الأراضى فى مصر

تمهيد

لقد أصبح أمراً شائعاً أن يقرن التوسع البطئ فى الأراضى الزراعية فى مصر مع الزيادة السريعة فى عدد السكان ، ورغم أن الزيادة فى الرقعة الزراعية غير محسوسة بالمرة بل يحدث تآكل لها نتيجة للزحف العمرانى وبعض عمليات التصحر وتمليح التربة لسوء الصرف ... إلخ ، إلا أن الزيادة المضطردة فى عدد السكان بلغت حدها الأقصى ليس على المستوى المحلى فقط بل العالمى أيضاً ، مما جعل العلاقة بين الرقعة الزراعية وزيادة السكان غير مقبولة وغير متكافئة. حيث تجاوز عدد السكان فى مصر في اول يناير 2004 ستة أضعاف عدد السكان في بداية القرن العشرين . ونجد أن مصر تستود بذلك 5.9 مليون طن من القمح بقيمة 8.8 مليار جنيه ، 4.5 مليون طن من الذرة بقيمة 5.3 مليارات جنيه ، 0.4 مليون طن من البقوليات بقيمة 0.95 مليار جنيه ، 0.6 مليون طن من الزيوت بقيمة 2 مليار ،1.2 مليون طن من البذور الزيتية بقيمة 2.5 مليار جنيه ، 0.3 مليون طن من اللحوم الحمراء بقيمة 3.2 مليار جنيه وذلك حسب بيانات مجلس الوزراء لعام 2009.

ومن هنا فإن التوسع الأفقى يجب أن يتمشى مع الزيادة فى عدد السكان . ولتحقيق ذلك يتطلب المزيد من استصلاح الأراضي يهدف زيادة كمية الإنتاج الزراعي وليس مجرد زيادة المساحة المنزرعة.

ويجب وضع السياسات والبرامج الكفيلة بتقليص الفجوة الغذائية خاصة بالنسبة للمحاصيل الإستراتيجية وإعطاء الأولوية للمحاصيل ذات الميزة التنافسية ودعم التعاونيات وتحديثها لمواجهة مشاكل تفتت الحيازة الزراعية والارتقاء بصناعة التقاوى وأحكام الرقابة على إنتاجها وتداولها وتنظيم العلاقات المؤسسية بين وزاره الزراعة والوزارات المعنية الأخرى لتنظيم الاستثمار فى استصلاح الاراضى الزراعية وزيادة معدل التكثيف المحصولى بطريقة مستدامة وربط سياسة توزيع الاراضى الجديدة بإقامة المجمعات الزراعية الصناعية.

استصلاح الأراضي في مصر

يعتبر القطاع الزراعي احد ركائز الاقتصاد القومي المصري باعتباره المسئول عن تحقيق الامن الغذائي وعن انتاج الخامات اللازمة لعدد من الصناعات الهامة بالاضافة إلي اهمية الصادرات الزراعية في دعم الدخل القومي.

وتبلغ مساحة جمهورية مصر العربية حوالى مليون كيلو متر مربع أو حوالى 220 مليون فدان يزرع فيها فقط حوالى 8 مليون فدان هى ما يعيش عليه سكان الجمهورية (60 مليون نسمة تقريبا). وقد ظلت المساحة الخضراء من أرض مصر حوالى ستة ملايين فدان هى مساحة أرض وادى النيل والدلتا فى أوائل القرن العشرين وكانت تكفى وتزيد عن حاجة سكان مصر من الغذاء والكساء وتصدر فائض الإنتاج إلى أوروبا وغيرها .. ومع تزايد السكان وزيادة الضغط العمرانى والسكانى والصناعى استهلكت مساحات كثيرة - تزيد عن المليون فدان من أجود الأراضى الزراعية (فى الوادى والدلتا) وأصبحت مصر تعتمد أكثر فأكثر على استيراد حصة كبرى من الغذاء والكساء بعد أن كانت تكتفى ذاتيا وتصدر ما يفيض منها الى الدول الأخرى.

وفـي الواقـع شـهدت فتـرة العـشربن عامـاً الماضـية زيـادة مـساحة الـرقعة الـزراعية بحوالـي 2.2 مليون فدان لتصل إلى حولـى 8.3 ملايين فدان وإحقاقاً للحق زاد انـتاج مـصر مـن الحبوب بنـسبة 262% كمـا حققـت مـصر المركـز الاول علـي مـستوي العـالم فـي انتاجية محاصـيل الارز وقـصب الـسكر والـذرة الـرفيعة والمركـز الثانـي في انتاجية الفول السوداني.

مشروعات التوسع الافقي فى مصر

تـعد مـشروعات استـصلاح الاراضـي والتوسـع الزراعـي الافقي احد مـداخل اعـادة توزيـع الكـثافة الـسكانية والتنمـية العمـرانية وهـي تـساهم فـي تحقـيق التنمـية المتواصـلة والاسـتثمار المـتكامل لكافـة المـوارد والطاقـات المـتاحة. وتتمـثل هـذه المشروعات فى:

1. **مشروع مبارك لشباب الخريجين :** في إطار جهود الدولة للحد من مشكلة البطالة ومساهمة منها في ايجاد فرص عمل واعدة لشباب الخريجين تم البدء في تنفيذ مشروع مبارك لشباب الخريجين في عام 1987 بهدف استصلاح الاراضي واعمار المناطق الجديدة وبلغ عدد المستفيدين حتي المشروع في عام 2002 /2003 حوالي 50 الف شاب تملكوا حوالي 250 الف فدان. وقد توقف هذا المشروع لتوجه الدولة لمشروعات أخرى.
2. **مشروعات التنمية الزراعية العملاقة :** شهدت الفترة السابقة التوسع في مشروعات التنمية الأفقية الزراعية وخاصة في النصف الثاني من عقد التسعينيات حيث بدأت سلسلة من المشروعات العملاقة في منطقة جنوب الوادي ممثلة في (مشروع توشكي وشرق العوينات ودرب الاربعين) وهي تعتمد علي احدث الأساليب العلمية في الزراعة والري.

وتتميز بإنتاج محـــاصيل اقتصــــادية خاليـــة من الكيماويات والمبيدات يتم تصديرها للخارج بالاضافة إلي مشروع ترعة السلام وتنمية شمال سيناء.

1. **مشروع توشكي** : بدأ تنفيذ المشروع القومي العملاق " توشكي " في 9 ينـــاير 1997 حيث تم البـدء في شـق ترعة الشيخ زايد واقامة محطة الرفع العملاقة (مبارك) ويساهم المشروع في اضافة 540 الف فدان من الاراضي الزراعية تروي بمياه النيل وتبلغ تكلفة الترعة ومحطة الرفع 5.5 مليارات جنيه . ويعتمد المشروع فى إقامته على الاستفادة بنحو من 5 الى 6 مليار متر مكعب من الحصة المقررة لمصر من مياه النيل.

وقد تم الانتهاء من الترعة الرئيسية بطول 50.8 كم واعمال المرحلة الاولي وشهد عام 2003 / 2004 انتهاء اعمال محطة طلمبات مبارك العملاقة للرفع بنسبة 100 % وانتهاء تجارب تشغيل جميع الوحدات الـ 21 واطلاق المياه في الترعة الرئيسية وتشغيل اول وحدتين في محطة الرفع واطلاق المياه بدليل فرعي (1 و 2 (وبفرع (2) لمد اراضي المرحلة الاولي للمشروع (بمساحة 54 الف فدان) بالمياه.

2. **مشروع شرق العوينات** : بدأ تنفيذ المشروع عام 1997 بهدف استصلاح حوالي 255 الف فدان تروي بالمياه الجوفية المتجددة وبلغت مساحة الاراضي المستصلحة حوالي 47.5 الف فدان تمت زراعتها بمحاصيل القمح والشعير والذرة والفواكة والخضروات والنباتات العطرية والزيتية .

3. **مشروع درب الاربعين** : يساهم في اضافة 12 الف فدان من الاراضي المستصلحة التي تقع بالصحراء الغربية وتروي بالمياه الجوفية وتعتمد علي اسلوب الزراعة النظيفة.

4. **مشروع ترعة السلام** : يساهم في اضافة 620 الف فدان تروي بمياه ترعة السلام وهي موزعة كما يلي :

-نحو 220 الف فدان غرب القناة (المرحلة الاولي لترعة السلام).

- نحو 400 الف فدان شرق القناة وعلي ارض سيناء (المرحلة الثانية لترعة السلام).

ومع انطلاق مياه ترعة السلام تم حتي عام 2004/2003 تم استصلاح واستزراع ما يلي:

- حوالي 30 ألف فدان بمنطقة سهل الطينة.

- حوالي 40 الف فدان بمنطقة جنوب القنطرة.

- استصلاح حوالي 38 الف فدان في منطقة شرق البحيرات المرة .

-تم استصلاح 40 الف فدان بمشروع شرق السويس.

قامت وزارة الزراعة بإنشاء 14 مركزاً وحقلاً ارشادياً في سيناء واقامة 8 مراكز خدمة بيطرية .

وفي اطار المشروع تم الانتهاء من المرحلة الاولي لترعة السلام بطول 87 كم غرب القناة والانتهاء من سحارة ترعة السلام ، والانتهاء من ترعة الشيخ جابر شرق القناة بطول 86.5 كم وجميع محطات الرفع وعدد الكباري والانتهاء من ترعة جنوب القنطرة شرق بطول 35 كم ومحطتي الرفع التابعتين لها ومحطتي صرف بالوظة والفرما .

مقومات إستصلاح الأراضى الصحراوية

تهتم عمليات إستصلاح الأراضى بمعالجة عيب أو أكثر بحيث يتم تحويل التربة من حالة غير منتجة إلى أخرى منتجة وبدرجة إقتصادية ، وذلك عن طريق توفير الأساليب والمستلزمات الضرورية لذلك ، ويعتبر أى مشروع لإستصلاح الأراضى مهما كان حجمه عملية إقتصادية متكاملة ، أركانها متشعبة وتتوقف على عوامل مختلفة ومتداخلة ، نلخص أهمها فى الآتى:

1- التربة

وتعتبر أساس المشروع ، وخواصها الأساسية تطبع المشروع بطابعها بصفة دائمة تصل لأكثر من مئات السنين فتؤثر على خواص التربة-:

أ -الطبيعية خاصتاً قوامها والذى يصعب تغيره.

ب -الكيماوية خاصتاً نسبة ونوعية الأملاح المتواجدة والتى يصعب التخلص منها ، ولا بد من معايشتها.فالأراضى التى تحتاج إلى استصلاح تسمى أراضى ذات مشاكل تجعلها غير منتجة بدرجة اقتصادية ، ويتحدد مدى صعوبة الاستصلاح أو سهولته على أساس تكلفة حل هذه المشاكل ومدى العائد من حلها.

2- المياه

تعتبر عاملاً محدداً لتنفيذ أى مشروع استصلاح مثلها تماماً مثل خواص التربة الأساسية أن لم تكن أكثر أهمية ، خصوصاً فى المناطق التى لا يتوفر فيها الماء بكمية كافية أو نوعية جيدة أو تكاليف رفع إقتصادية ، وهذا هو السائد فى الصحراء.

3- الموارد الفنية والتكنولوجية

يعتبر استصلاح الأراضي من أقدم العلوم التطبيقية والتكنولوجية المرتبطة بعلوم وفنون أخرى كثيرة كالهندسة والميكانيكا والري والعمارة والتربة ، الكهرباء والطرق ، والتصوير الجوى والعلوم الزراعية المتعددة . ومن هنا كانت أهمية التكنولوجيان فى تطوير العمل في هذا المجال خصوصاً وأن مواقع أغلب أراضى الاستصلاح ستنحصر في الصحراء الغربية ، الشرقية ، وسيناء وتختلف تكنولوجيا استغلا ل الأراضي الصحراوية أي البعيدة عن مياه الري السطحي عن تكنولوجيا استغلال الأراضي القديمة بالوادي والدلتا. فكل خطوة من خطوات الاستصلاح فى الأراضي الصحراوية عبارة عن تكنولوجيا متطورة بدءا من حفر الآبار ، اختبار المضخة ، وضع المضخة ، مصدر الطاقة ، نوع شبك ة الري ، واختبار ها وتركبها ، التشغيل والصيانة ، نظم الزراعة والتسميد وعمليات الخدمة الزراعية ... الخ.

ولا يصح نقل التكنولوجيان المطبقة في الأراضي القديمة إلى الأراضي الصحراوية نظراً لعدم ملاءمتها ، وعدم الاحتياج إليها لتحقيق الهدف ، وهو حسن استغلال الأراضي الصحراوية.

4- الموارد البشرية

إن أنسب الأشخاص للتعامل مع التكنولوجيان الصحراوية هو العامل الفني والمهندس التكنولوجي المتدرب والذى يعتبر حالياً العامل المحدد فى النجاح وتحويل عملية الاستصلاح المكلفة إلى عملية استثمارية مربحة . لذلك يجب قبل تشغيل العمال ، الفنيين ، المهندسين ، إعطائهم دورات تدريبية فنية عالية الدقة لتحسين الأراضي الصحراوية وإنجاح عملية الاستصلاح.

ونظراً للتطور الهائل فى التكنولوجيا مع الوقت فأنه من الضروري مواصلة التدريب وتبادل الخبرات للعاملين فى مجال الاستصلاح الصحراوي مع ضمان توفير جهاز إرشادي متطور لنقل المعلومات والتوجيهات ونتائج البحوث مباشرة من الإخصائين إلى المزارعين . إن الثروة البشرية فى الصحراء هى العامل التكنولوجي المحدد لإنجاح استصلاح واستغلال الأراضي الجديدة وليس بديلاً عن ذلك.

5- المناخ

وهو يشمل المطر - الحرارة - الرطوبة النسبية - البخر - الإشعاع - نوع التربة – النباتات والحيوانات.

أ. الأمطار:

ونحن نركز هنا على الرى فى تعريف المنطقة الجافة لأن الأمطار من القلة بدرجة لا يعتمد عليها فى ٣٠٠ مم / سنة - الرى . ولو وجد المطر أحياناً فى بعض المناطق الشمالية أو الجنوبية فهو لا يتعدى ٢٠٠، ولا يهم فى ذلك كمية المطر فقط ولكن فترات توزيع هذه الكمية خلال موسم الأمطار حيث تنمو المحاصيل على إمتداد فترة من الزمن تحتاج فيها إلى الماء بانتظام . ومن الصعب توافر هذه الظروف فى المناطق الجافة.

ب. الحرارة والرطوبة فى المناطق الصحراوية:

لا تنخفض الحرارة كثيراً في فصل الشتاء ، فهى دائماً أعلى من ١٠ م ونادراً ما يحدث الصقيع خلال فصل الشتاء . ويتعتبر هذا المناخ مناسب تماماً لزراعة الخضروات خلال الشتاء ، حيث تعتبر الصحراء فى هذه الفترة بيوت دافئة طبيعية ، وهذه الميزة لا توجد فى المناطق الأخرى.

ويختلف الحال فى الصيف حيث تتجاوز الحرارة الأربعين درجة مئوية . وتعانى النباتات كثيراً خلال هذه الفترة إن لم تحصل على إحتياجاتها المائية يومياً بانتظام.

أما الرطوبة النسبية فهى تتراوح25-50% وذلك فإن الرطوبة عامل ثانوى فى التأثير على

الزراعات المروية رغم ان قلتها تزيدمن كمية الإحتياجات المائية للمحاصيل وتقلل الإصابة بالأمراض المختلفة وبالتالى تقلل من إستخدام المبيدات.

ج. الإشعاع الشمسى:

تتميز المناطق الصحراوية بأن معدل الإشعاع الشمسى دائماً مرتفع ولا يقل عن ٢٠٠ كجم كالورى / سم فى السنة ، ويعتبر تدفق الإشعاع الشمسى ذو أهمية كبرى فى تقدير كافة إنتاجية المحاصيل نتيجة لتأثير التمثيل الضوئى والحرارة.

د. رياح الخماسين:

تعتبر رياح الخماسين رياح صحراوية لذلك فهى قمة فى الجفاف مع إنخفاض رطوبتها إلى ١٠ % بينما قد تصل درجة الحرارة إلى درجات عالية أكثر من الأربعين درجة مئوية فى الظل.

وتهب هذه الرياح خلال شهرى إبريل ومايو مسببة العديد من المشاكل للإنسان والحيوان والمحاصيل وخاصة الخضروات. وقد يصحب رياح الخماسين بعض العواصف الرملية الشديدة وتحمل مثل هذه العواصف ملايين من أطنان الغبار والرمال والتى تسبب العديد من الأضرار للمحاصيل القائمة. ويقلل كثيراً من أضرار رياح الخماسين وغيرها اللجوء إلى مصدات الرياح المرتفعة لحدود ٢٠ م على مسافات 40- 50م من بعضها البعض . وعند عدم توفر الحماية للمحاصيل القائمة فقد يسبب ذلك خسائر . 40- 100 % تبعاً لنوع المحصول ومرحلة النمو وموقع الحقول وعموماً يعد مناخ مصر من العوامل الحاكمة بعد الماء والتربة فى التنمية الزراعية.

الأراضى الصحراوية القابلة للإستصلاح فى مصر

ومن الدراسات التى تمت على أراضى الصحراء المصرية وشمال وشرق الدلتا تم تحديد المناطق والمساحات التى يمكن إستزراعها حسب الموارد المائية المتاحة وهى:

جدول (6) جدول الأراضى القابلة للإستصلاح فى مصر

المنطقة	المساحة الكلية (ألف فدان)	نوعية التربة	مصدر الرى	نوعية المياه	طريقة الر
سيناء					
1 -الساحل الشمالى بين سهل الطينة	56	رملية طفلية	ترعة السلام	مصارف	سطحى
والعريش.				مخلوط	
2 -سهل الطينة.	50	طميية طينية	ترعة السلام	مخلوطة	سطحى
3- شرق البحيرات المرة.	27.5	ملحية		عذبة	رش
4- شرق قناة السويس.	42	رملية	ترعة السويس	عذبة	رش
5-سهل القاع.	2	رملية جيرية	مياه جوفية	جوفية	رش
6- العريش.	6.8		مياه جوفية	جوفية	تنقيط
7- مساحة غير محددة	1		مياه جوفية	جوفية	تنقيط
جملة سيناء	**185.3**				
شرق الدلتا					
8-جنوب بور سعيد.	62.5	طميية طينية إلى			
9- شمال الحسنية.	66	ملحية	ترعة السلام	مخلوط	سطحى
10- جنوب الحسنية.	75.8	طميية إلى طينية	ترعة السلام	مخلوط	سطحى
11- شرق بحر البقر.	11.8	ملحية	ترعة السلام	مخلوط	سطحى
12-الخطارة.	3.27	طميية إلى طينية	ترعة الصالحية	عذبة	سطحى
		ملحية	ترعة الصالحية	عذبة	سطحى
		طينية ملحية			
		رملية طي			
13- جنوب سهل بور سعيد	43.5	طميية إلى طينية	ترعة السلام	مخلوطة	سطحى
14- فارسكور	5	ملحية	ترعة الزهرية	عذبة	سطحى
15- شركة العدلية	13.8	طينية ملحية	دمياط	عذبة	رش
16- هامش صحراء بلبيس	11.6	طمية طينية		عذبة	رش
17- صحراء الصالحية	56	رملية جيرية إلى	ترعة الصالحية	عذبة	رش
18 - على طول ترعة الحسينية	17	رملية		عذبة	
19- (الشباب) مديرية الشباب	47.5	رملية	ترعة	مخلوطة	تنقيط
	31.5	رملية	الإسماعلية	عذبة	رش

20- رمسيس والعاشر من رمضان	30.3	رملية	ترعة	مخلوط	سطحى
21-طريق مصر الإسماعلية	103.6	رملية	الإسماعلية	مخلوط	
الصحراوى	38.3	رملية	صرف صحى	عذبة	رش
22 - جنوب طريق مصر	8.9	رملية	صرف صحى	مخلوط	سطحى
الإسماعلية الصحراوى	5.37		ترعة	عذبة	رش
23 - غرب البحيرات المرة		طميية طينية إلى	الإسماعلية		
24- توسيع المطرية		طينية	ترعة السلام		
25- المنايف		رملية	ترعة المنايف		
جملة شرق الدلتا	677.7				
وسط الدلتا					
26- بلطيم والخاشعة	3.7	طميية طينية- طينية	بحر تيرة ومصرف	مصارف مخلوط	سطحى
27- تجفيف البرلس	3.7	طميية طينية- طينية	الغربية الرئيسى ترعة الرشيدة ومصارفها	مصارف مخلوط	سطحى
جملة وسط الدلتا	7.4				
غرب الدلتا					
28-برسيق(بحيرة إدكو)	27	طميية طينسة	مصر ادكو	مصارف	سطحى
29- تجفيف مريوط بحيرة مريوط	11	طينية	ترعة الحارس	مخلوط	
30- الحاجز	17	رملية طينية	ترعة الحاجز	عذبة	رش
31- شرق الطريق الصحراوى	58.9	طينية ملحية	والنوبارية	عذبة	سطحى
32- امتداد ترعة النصر	68	رملية طينية	ترعة النصر	عذبة	رش
33- كفر داود (مدينة السادات)	99.6	رملية	والرياح	عذبة	رش
34- البستان	30.3	رملية	الناصرى	عذبة	رش
35 - امتداد البستان	18.9	رملية	ترعة النوبارية	عذبة	وتنقيط
36 -البحيرة	92	رملية		عذبة	رش
37 -زاوية عبد العاطى	22	طميية-طينية	ترعة النوبارية	عذبة	رش
38 -الحمام	18	طينية رملية	ترعة النصر	عذبة	وتنقيط
39- رأس الحكمة	43	طميية طينية	ترعة النصر	عذبة	رش
40- الضبعة	31	طميية طينية	ترعة النصر	عذبة	رش
41 -وادى شكرى	35	طميية طينية	ترعة النصر	عذبة	
جملة غرب الدلتا	570.9				
مصر الوسطى 42 -امتداد الصف شمال الصف					

44 -أبوصير	307	رملية	مخلوط الصرف	مخلوط	رش
45 -حوض الريان -وادى الريان	10.5	طينية رملية	الصحى ترعة		وتنقيط
46 -شرق أسيوط	307	طينية رملية	الجيزة وبحر	عذبة	رش
47 -وادى أسيوط الأعلى	25	رملية	يوسف	عذبة	رش
48 -وادى أسيوط الأدنى	501	رملية	ترعة المعنى	عذبة	رش
49 -غرب منفلوط	19.1	رملية	مياه النيل	عذبة	رش
50 -غرب القوصية	12.3	رملية	مياه النيل	عذبة	رش
51-غرب ديروت	20.5	رملية	مياه النيل	عذبة	رش
			مياه النيل	عذبة	
جملة مصر الوسطى	**172**				
مصر العليا					
52- الغنايم	5.3	رملية حصوية	ترعة المشاية	عذبة	رش
53 -وادى أبو تيج	3.2	رملية	ترعة نجع	عذبة	رش
54 -غرب طهطا	2.24	رملية حصوية	حمادى	عذبة	رش
55 -غرب جرجا	9.3	رملية	ترعة نجع	عذبة	رش
56 -وادى سمهود	5.3	رملية حصوية	حمادى	عذبه	رش
57 -غرب قنا	3.26	رملية	ترعة نجع	عذبة	رش
58 -وادى قنا	4.1	رملية	حمادى	جوفى	تنقيط
59 -وادى اللقيطة	9.3	رملية	مياه النيل	جوفى	تنقيط
60 -وادى اللقيطة	5.48	رملية	مياه النيل	جوفى	تنقيط
61 -فقط	5.5	رملية	جوفية	عذبة	رش
62-حجازة	7.3	طمية رملية	جوفية	عذبة	رش
63 -النسيم – غرب النسيم	3.3	طميية	جوفية	عذبة	رش
64 -الصعايدة	18	طينيةرملية	الجنابية فقط	عذبة	رش
65 -غرب الصعايدة	8.81	رملية حصوية	الجنابية حجازة	عذبة	
66 -الكوبانية – وادى الكوبانية	8.18	رملية	طلمبات غرب		
67 -كوم امبو – غرب كوم امبو	345	رملية حصوية	الدلتا	عذبة	سطحى
68 -وادى عبادى	8.6	رملية	مياه النيل	جوفى	سطحى
69 -وادى نتاس	80	طينية رملية	النيل	جوفى	
70 -وادى نتاس	7.11	رملية – طينية	ترعة خريث	عذبة	رش
71 -روافد وادى نتاس	5.22	رملية -طينية-	جوفية	عذبة	رش
72 -وادى شعيب	5.9	رملية	جوفية	عذبة	رش
73 -وادى خريث	5.16	رملية طينية	مياه النيل	عذبة	سطحى
		رملية طينية	مياه النيل		
		رملية طينية	مياه النيل		
			ترعة خريث		

		طينية	الأعلى		
جملة مصر العليا	743.85				
74- الوادى الجديد 75 -واحة سيوة 76 -البحرية 77 -الفرافرة 78 -زيومنفار 79 -الداخلة 80 -الزيات 81 -غرب الموهوب 82 -القروين 83 -حلايب وشلاتين	46.23 30 5.31 5.4 29 5.1 0.2 0.3 600	طينية طمية طمية طينية- رملية طمية طينية- رملية طمية رملية طينية طمية رملية طينية طمية رملية طمية طينية طمية رملية طمية طينية رملية -طمية رملية -طمية طينية	مياه جوفية مياه جوفية مياه جوفية مياه جوفية مياه جوفية مياه جوفية مياه جوفية مياه جوفية مياه جوفية مياه جوفية	جوفى جوفى جوفى جوفى جوفى جوفى جوفى جوفى جوفى	رش رش رش رش رش رش رش رش نظم رى حديث
مجموع الواحات والمناطق الأخرى	721.54				

المصدر : إستراتيجية التوسع الأفقى فى استصلاح الأراضى حتى عام 2017 .

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى 1996-1997.

بالإضافة إلى ذلك فهناك مساحات أخرى شاسعة فى منطقة العوينات لا تقل عن المليون فدان بالإضافة إلى الأودية الكثيرة المنتشرة بالصحراء الشرقية وخاصة الجنوب وتقدر بمئات الآلاف من الأفدنة وجارى دراسة المياه الجوفية ، ومياه السيول التى سوف تستخدم لاستزراع هذه الأراضى.

وتشمل الأراضى الجديدة الداخلة فى عمليات الإستصلاح كما سبق بالجداول السابقة على الآتى:

الباب الثالث

خواص ومشاكل أراضي الاستصلاح

تمهيد
الأراضي الملحية
الميزان المائى فى مصر ودوره فى تملح الأراضى
تحمل المحاصيل للأملاح
مصادر الأملاح في الأرض
الأرض الملحية الصودية
الأراضى الصودية غير الملحية
الملامح المورفولوجية للأراضى المتأثرة بالأملاح والصودية
إدارة والتغلب على مشاكل الملوحة
استصلاح الأراضى الصودية و الأراضى الملحية الصودية
تقسيم المحاصيل حسب درجة تملها للملوحة
الأراضى الرملية
الخواص الطبيعية للأراضى الرملية
الخواص الكيماوية للأراضى الرملية
مستوى العناصر الغذائية بالأراضى الرملية
تحسين واستغلال الأراضى الرملية
التوصيات الخاصة بتحسين واستغلال الأراضى
طرق الرى ومدى ملائمتها للأراضى الرملية
الأراضى الجيرية
التركيب المعدنى للأراضى الجيرية
الخواص الكيميائية لهذه الأراضى
التوصيات الخاصة بتحسين وإستزراع الأراضى الجيرية
الأراضي الجبسية
إستصلاح الأراضى الجبسية
الأراضى الطفلية
النقاط الواجب توافرها عند إستزراع الأراضى الطفلية
طرق إستصلاح الأراضى
أنواع الصرف الزراعى
المصارف المكشوفة
المصارف المغطاه
علاج مشاكل الأراضي الجديدة
التربة وزراعة أشجار الفاكهة

خواص ومشاكل أراضي الاستصلاح

تمهيد

تعتبر الأراضى هى الوسط الذى تنمو فيه النباتات الراقية والتى تقوم بالتمثيل الضوئى لثانى أكسيد الكربون من الغلاف الجوى مع العناصر الغذائية والماء من الأرض لتكون أنسجة حية، ورغم أن كمية لابأس بها من التمثيل الضوئى يتم فى البحار والمحيطات إلا أن 99% من الغذاء ينتج على سطح الأرض اليابسة .

وترجع أهمية الأرض للنبات فى أنها تعمل كدعامة لتثبيت جذور النباتات ومده بالعناصر الغذائية الكبرى والمتمثلة فى "النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والكبريت" والصغرى والمتمثلة فى "المنجنيز والحديد والزنك والنحاس و البورن و المولبدنم و الكلوريد" هذا بالإضافة إلى أن الأرض توفر الأحتياجات المائية والأكسجين اللازمان لنمو النبات.

وحيث أن جميع المحاصيل الإقتصادية تتأثر بنقص الماء ولو كان ذلك بصفة وقتية لا تؤدى إلى موت هذه النباتات فإن قدرة التربة على حفظ الرطوبة ضد الجاذبية تصبح من الأمور الهامة إلا فى حالة توفر سقوط الأمطار أو الرى المستمر . كذلك إزالة الزائد من الماء من منطقة نمو الجذور يعتبر من الضرورة بمكان حيث يسمح ذلك بتوفر الأكسوجين اللازم لنمو وتنفس الجذور.

وعندما نتحدث عن إستصلاح الأراضى فنحن نحصر حديثنا فى الموضوعات المتصلة بأرض غير منتجة أو ذات إنتاج ضعيف لايبلغ الحدية الإنتاجية، وأسباب الجدب أو ضعف الإنتاج يختلف بين أرض وأخرى سواء كان ذلك راجعاً لخواص الأرض نفسها أو للظروف المحيطة بها.

وسوف نركز فى هذا الباب على الأراضى ذات العيوب التى تسبب نقص الإنتاج، وفى الواقع أنه إلى عهد ليس ببعيد كانت الأراضى المتأثرة بالأملاح أكثر أراضى الإستصلاح إنتشاراً بمصر، كما أن الباحثين فى مصر ومختلف أنحاء العالم قد أعطوا لهذه الأراضي قدراً وافراً من وقتهم فى دراستها. وحديثاً زاد الإهتمام فى العالم ومصر بالاراضى الصحراوية المتمثلة فى الأراضى الرملية والجيرية، وأصبح مفهوم الإستصلاح لايهتم بنوع وطبيعة الأرض بقدر ما يهتم بتوفر المياه الصالحة للرى.

وتنتشر بين هذه الأراضى – المتأثرة بالأملاح و الجيرية و الرملية – مساحات شاسعة من الأراضى ذات الطبقات غير المنفذه أو ذات القطاع الضحل أوالأراضى الجسية أوالطفلية، وفى الصفحات التالية وصف لأراضى الإستصلاح وخواصها وأثر هذه الخواص على النباتات التى تنمو بها.

الأراضي الملحية (Saline Soil)

تعرف الأراضى الملحية بأنها الأراضي التي تحتوي على تركيزات من الأملاح الذائبة المتعادلة بكمية تؤثر بالضرر على نمو المحاصيل، وقد تعرف على أنها الأراضي التي يزيد فيها التوصيل الكهربائي Electrical (EC) Conductivityلمستخلص عجينة الأرض المشبعة عن 4 ديسيسمنز/متر أو ملليموز / سم (dS/m or m.mohs/cm) ولاتزيد النسبة المئوية للصوديوم المتبادل ESP عن 15% وعادة الـ pH لهذه الأراضي أقل من 8.5 وذلك لأن معظم الأملاح متعادلة .

وتسود الأراضى الملحية أو المتأثرة بالأملاح فى المناطق الجافة وشبة الجافة مثل الأراضى الواقعة فى مصر والمنطقة العربية، وليس من السهل دائماً كما أنه ليس من

المطلوب التخلص من كل الأملاح الموجودة بالتربة ولكن الهدف المطلوب هو السيطرة على الأملاح والتعايش معها بحيث لا تتزاوج الحدود المسموح بها، وإذا نظرنا إلى جميع الأراضى الخصبة المنتجة نجد أنها تحتوى على نسبة عالية من الأملاح، وإذا زادت أو قلت هذه النسبة فإن نمو النبات و إنتاجه الإقتصادى يتأثر وبالتالى يجب التدخل لتصحيح هذه النسبة سواء بالإضافة إذا كانت نقص (التسميد Fertilization) أو بالإزالة إذا كان هناك زيادة (الغسيل Leaching).

والأراضى الملحية لا توجد فى المناخ الرطب مثل مناطق وسط أوربا أو المناطق الشمالية حيث المناخ البارد وتتراكم الثلوج فى الشتاء وتذوب فى أوائل الربيع فتغسل قطاع الأرض بالكامل علاوة عن سقوط الأمطار فى بعض الأحيان فى فصل الصيف والذى يتميز هو الأخر بإعتدال درجة الحرارة لذلك يسود فى هذه المناطق الترسيب (المطر) على التبخير.

الميزان المائى فى مصر ودوره فى تملح الأراضى

الميزان المائى (المتمثل فى الترسيب (المطر) والتبخير) فى مصر يكون فى صالح التبخير عن الترسيب حيث تقع مصر فى المناطق الجافة وشبه، ولفهم الميزان المائى فى مصر ودوره فى تملح الأراضى فاسمحوا لنا بسرد التالى:

1. الترسيب (المطر) ---------------- المدخلات (Input)

تترواح نسبة الأمطار فى مصر بين 100 إلى 200 ملليمتر على المناطق الساحلية وتقل بصفة عامة كلما إتجهنا إلى الجنوب وتسقط الأمطار خلال فصل الشتاء فقط.

2. التبخير (Evaporation) ---------------- المخرجات (Output)

يختلف معدل التبخيرفى مصر حسب شهور السنة كما يلى:

أ- فصل الصيف:

يصل التبخير أقصاه فى أشهرالصيف فى شهور يونيو ويوليو و أغسطس وسبتمبر أى 120 يوم فى العام بمتوسط تبخير حوالى 10 مل/يوم، وبالتالى إجمالى التبخير فى الصيف = 120 يوم x 10 مل/يوم = 1200 ملليلتر.

ب- فصلى الربيع والخريف:

يقل التبخير إلى النصف فى فصلى الربيع والخريف فى شهور مارس وإبريل ومايو وأكتوبر ونوفمبر أى 150 يوم فى العام بمتوسط تبخير 5 مل/يوم، وبالتالى إجمالى التبخير فى الصيف = 150 يوم x 5 مل/يوم = 750 ملليلتر.

ج. فصل الشتاء:

يقل التبخير إلى الحد الأدنى فى فصل الشتاء فى شهور ديسمبر ويناير وفبراير أى 90 يوم فى العام بمتوسط تبخير 1 مل/يوم، وبالتالى إجمالى التبخير فى الشتاء = 90 يوم x 1 مل/يوم = 90 ملليلتر.

مما سبق نجد أن متوسط التبخير السنوى تحت ظروفنا المصرية = 2040 ملليمتر / سنة، فإذا ما أعتبرنا أن متوسط الأمطار فى مصر 40 ملليمتر / سنة فى فصل الشتاء فإن عمليات التخير تكون هى السائدة تماماً خلال السنة بمقدار 2000 ملليمتر.

من العرض السابق نجد أن الميزان المائى المصرى بالضروره يؤدى إلى تراكم وترسيب الأملاح فى الطبقة السطحية من التربة.

وتتكون مثل هذه الأراضي الملحية عامتاً في المناطق الجافة وشبه القاحلة والتي يقل فيها معدل الأمطار السنوي عن 20 – 50 ملليلتر. في مثل هذه الظروف يكون غسيل وانتقال الأملاح من القطاع الأرضي إلى البحار والمحيطات بطيئا وغير كامل، كما أن زيادة البخر والنتح Evapotranspiration تحت ظروف الجفاف يساعد على تجمع الأملاح في القطاع الأرضي وبهذا ينشأ ما يسمى بالأراضي المتأثرة بالأملاح.

وقد يزداد تركيز الأملاح وخصوصا المتعادلة في المحلول الارضي وفي هذه الحالة تسمى الأرض الملحية Saline. بينما إذا احتوى المحلول الارضي على زيادة في الأملاح بالإضافة إلى زيادة الصوديوم المتبادل سميت الأرض ملحية قلوية أو صودية Saline Sodic or alkali وتتكون الأملاح الذائبة عادة من الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم و الكلوريد والكبريتات بصفة أساسية ومن البوتاسيوم والبيكربونات والنترات والبورون بصفة ثانوية.

تحمل المحاصيل للأملاح : Crop salt Tolerance

يعرف تحمل المحاصيل للأملاح بمقدرة المحاصيل على النمو والإنتاج بدرجة إقتصادية تحت الظروف المعاكسة الناتجة عن زيادة الأملاح . ويعبر عن تحمل المحاصيل للأملاح بمعدل النقص فى المحصول المصاحب لزيادة الأملاح فى التربة. أو المقارنة بين إنتاجية هذه المحاصيل فى الأراضى غير الملحية وإنتاج ذات المحاصيل عند زراعتها فى تربة تحتوى نسبة زائدة من الأملاح الذائبة.

ويرجع التأثير الضار لتراكم الأملاح الذائبة على نمو النبات إلى:

1. التأثير الكلي لتركيز الأملاح:

يرجع التأثير الكلي لتركيز الأملاح في المحلول الارضي إلى زيادة الضغط الاسموزي له وبالتالي قد تنعدم حركة الماء إلى النبات، أي ينخفض معدل امتصاص النبات للماء، بسبب منافسة الأملاح الكلية للنبات فى إمتصاص الماء .

ويمكن حساب قيمة الضغط الاسموزي للمحلول الارضي من المعادلة:

الضغط الاسموزي (جـوى) = التوصيل الكهربائي بالدس/م × 0.36

وغالباً ما يعطى إشارة سالبة نظراً لأنه يعمل ضد الجاذبية الأرضية وبزيادة الضغط الاسموزى لمحلول التربة يقل الماء الميسر للنبات وعادة ما تعانى النباتات النامية

تحت هذه الظروف من العطش. والنباتات النامية والمتأثرة بالأملاح الزائدة تبدو عليها آثار التقزم وصغر حجم الأوراق.

2. التأثير النوعي للأملاح:

التأثير النوعي للأملاح (Specific effect) وهو تأثير نوع معين من الأملاح على النبات سواء عند تركيز مرتفع أو منخفض، فمثلا يعتبر تأثير البورون على النبات تأثيرا نوعيا إذ يؤثر على نمو كثير من النباتات إذا زاد تركيزه عن واحد جـزء / مليون في المحلول الأرضي وكذلك زيادة تركيز عنصر الصوديوم يؤدي إلى الإضرار بالنبات.

وعامتاً يطلق تعبير السمية النوعية على بعض الأيونات التى تؤدى زيادتها فى محلول التربة إلى تأثير معاكس على نمو النبات بل قد يؤدى إلى سمية إذا تراكمت فى منطقة نمو الجذور وترجع خطورة هذه الأيونات أن لها ضعف تأثير الملوحة الكلية نظراً لأن زيادة تركيزها يؤدى بدوره إلى زيادة الملوحة الكلية علاوة على تأثيرها النوعى على النمو وظهور أعراض تشوه على النبات أو سمية تؤدى إلى تعطيل بعض العمليات الفسيولوجية فبعض النباتات عندما تتراكم فى أوراقها تركيزات من الكلوريد تصل إلى 0.5% أو 0.20% من الصوديوم نسبة إلى وزنها الجاف تظهر عليها أعراض إحتراق حواف الأوراق أو الإصفرار أو ظهور بقع ميتة (Necrotic Spots).

أما تلك التى تنمو فى الصوبات التى ترتفع بها درجات الحرارة مع إنخفاض الرطوبة بسرعة وبصورة مؤثرة على إقتصاديات الإنتاج ويجب الإحتياط لهذه الحالة فى بداية الصيف وأثناء الموجات الحارة.

كذلك الأملاح المختلفة قد تؤذى النباتات النامية بصورة مختلفة فمثلاً كلوريد الكالسيوم أكثر ضرراً إذا زاد تركزه عن كلوريد الصوديوم. كما تمتص بعض

النباتات الكالسيوم على حساب البوتاسيوم والمغنسيوم مما يؤدى إلى خلل فى إتزان العناصر داخل النبات لذلك يجب الإحتياط لزيادة الكالسيوم فى المحاليل الغذائية. كما قد يؤدى زيادة تركيز الصوديوم إلى ظهور أعراض نقص الكالسيوم والمغنسيوم وتؤدى الملوحة فى هذه الحالة إلى ظهور أعراض اللسعة البنية فى الطماطم والفلفل (Blossom end Rot).

ومن أهم أساليب الإدارة فى الأراضى الملحية والقلوية أو فى حالة إستعمال مياه رى ذات درجة ملوحة غير مناسبة هو إختيار المحاصيل التى لها درجة تحمل عالية أو بصورة أوضح يمكن الحصول منها على إنتاج إقتصادى تحت الظروف القائمة مع مراعاة الإحتياطات السابقة الذكر كما يجب عدم إهمال قياس ملوحة التربة ومياه الرى بصفة دورية حتى يمكن المحافظة عليها فى الحدود المعقولة هذا علاوة على إضافة الإحتياجات الغسيلية ومراعاة توازن العناصر الغذائية خلال برامج التسميد المتبعة. وفيما يتعلق بالإحتياجات الغسيلية وإحتياجات الإستصلاح يفضل الرجوع إلى محاضرات جودة مياه الرى .

مصادر الأملاح في الأرض:

رغم أن تجوية المعادن الأولية تعتبر المصدر الرئيسي للأملاح في الأراضي، إلا أن الملوحة تنشأ كنتيجة لانتقال الأملاح بواسطة الماء من مكان إلى آخر ثم تجميعها نتيجة لظروف بيئية معينة.

ويمكن أن نجمل مصادر الأملاح في الأراضي في الآتي:

1. تجوية المعادن المكونة لمادة الأصل .
2. فى المناطق الجافة والتى يزيد فيها البخر عن المطر أو ما يصل الأرض من مياه الرى.

3. وجود طبقات غير منفذه أو ضعيفة النفاذية فان ذلك يعوق حركة الماء إلى أسفل مما يساعد على تراكم الأملاح في مثل هذه الأراضي .

4. ارتفاع مستوى الماء الارضي والذي يتوقف على طبوغرافية الأرض حيث يرتفع بالقطاع الارضي بالخاصية الشعرية مسببا تركما للأملاح في منطقة الجذور.

5. قد تتركز الأملاح نتيجة لبخر كميات كبيرة من المياه كما يحدث فى البحيرات.

6. في الأراضي ذات المستوى المنخفض أو القريبة من سطح البحر أو المجاورة للبحار حيث ينتقل الماء إليها نتيجة الضغط الهيدروليكي أو في صورة رذاذ.

7. موت وتحلل النباتات المحبة للملوحة والتي تسحب وتخزن الأملاح في أجسامها مما يؤدي إلى تراكم الأملاح في الأراضي الملحية .

8. قد تنتقل الأملاح بالرشح من ارض مرتفعة إلى أخـرى منخفضة عنها أو نتيجة عدم التسوية وذلك في الأراضي التي تروى صناعيا .

9. قد تنتقل الأملاح إلى الأرض مع مياه الري أثناء مرورها في القنوات المائية بإذابتها لبعض الأملاح، وقد تتلوث من مياه الصرف التي تجاور قنوات الري.

10. ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى زيادة التملح ويرتبط تمليح الأرض ارتباطا وثيقا بدرجة الحرارة، ويظهر هذا الأثر في كثير من أراضي الدولة ذات درجة الحرارة العالية حيث يتكون ما يعرف بالتملح الثانوي، خاصتا وأن كميات الأمطار قليلة.

وعموما كلما زادت درجة الحرارة كلما أدى ذلك إلى نشاط الخاصية الشعرية، أي ارتفاع المياه الجوفية خلال مسام الأرض وخاصتا في الأراضي ذات المحتوى العالي من الطين والتي تعاني من سؤ الصرف حيث تعمل المسام الطينية الدقيقة كأنابيب شعرية فترتفع المياه إلى أعلى، وذلك لنشاط عملية تبخير المياه تحت ظروف ارتفاع

درجات الحرارة، وبتكرار هذه العملية يزيد تركيز وتراكم الأملاح في الطبقة السطحية أو تحت السطحية.

وبالتالى قد تنشا الملوحة طبيعيا (Natural Salinization) أو نتيجة لفعل العوامل الطبيعية

وتسمى الملوحة في هذه الحالة بالملوحة الأولية (Primary Salinization) ، بينما إذا نشأت الملوحة في الأرض نتيجة لسوء إدارة الأرض (Soil Management) تتحول الأرض التي لم تكن ملحية أصلا إلى ملحية، وتسمى الملوحة في هذه الحالة بالملوحة الثانوية (Secondary Salinization) وعادة ما تتكون هذه الملوحة بسبب سوء الري واستعمال مياه بها تركيز مرتفع من الأملاح، ولزراعتها يجب التخلص من هذه الأملاح بالغسيل بمياه غير مالحة للوصول إلى تركيز من الأملاح أقل 4 دس/م.

الأرض الملحية الصودية(Saline Sodic Soils)

تدخل الأراضى الملحية والقلوية ضمن مناطق التوسع الزراعى طبقاً لمتطلبات زيادة السكان وزيادة الطلب على الغذاء فى المناطق الجافة وشبه الجافة. فمعظم الصحارى غير المأهولة فى تلك المناطق المناخية تحتاج فقط إلى موارد مائية لتحويلها إلى أراضى زراعية ذات جودة عالية . وتنتشر المناطق المذكورة فى حوض البحر الأبيض - استراليا - المكسيك وجنوب الولايات المتحدة الأمريكية .

والأراضى الملحية الصودية هي الأراضي التي يزيد فيها التوصيل الكهربائي لمستخلص عجينة الأرض المشبعة عن 4 دس/م، وتزيد نسبة الصوديوم المتبادل ESPعن 15 % وعادة الـ pH لها أقل من 8.5 نتيجة لوجود تركيز مرتفع من الأملاح المتعادلة. ونتيجة لغسيل هذه الأراضي تتحول الأرض إلى صودية قلوية ويرتفع الـ pH إذا لم يكن هناك مصدر كاف من Ca^{++} و Mg^{++} في الأرض أو في

مياه الغسيل، وذلك لتميؤ الصوديوم المتبادل بعد غسيل الأملاح مسببا ارتفاع تركيز OH^-في المحلول الأرضي. وزيادة الصوديوم المتبادل تؤدي أيضاً إلى تفرق غرويات الأرض وإلى تكون بناء رديء فتصبح الأرض غير منفذه وتزداد سمية الصوديوم للنبات ويجب التخلص من الأملاح الزائدة بالغسيل ثم إضافة الجبس الزراعي كمصدر لعنصر الكالسيوم مع الغسيل لمعادلة قلوية التربة ولتحويل الطين الصوديومي إلى طين مشبع بالكالسيوم ليلائم نمو النبات.

الأراضى الصودية غير الملحية (Nonsaline Sodic Soils)

تعرف بأنها الأراضى التى يقل فيها التوصيل الكهربى لعجينه الأرض المشبعة (ECe)عن 4 دس/م ويزيد فيها الصوديوم المتبادل عن 15 % من السعة التبادلية الكاتيونية ورقم الـ pH بها عادة بين 8.5 - 10.

وتتميز هذه الأراضي باكتسابها لونا داكنا اسود نظرا لذوبان المادة العضوية فى الـ pH المرتفع وتغطية حبيبات الأرض بهذا اللون. كما تصبح الأرض مفرقة وتحتفظ بالمياه بدرجه اكبر نظرا لارتفاع نسبة الصوديوم على أسطح غرويات الأرض وكذا لارتفاع رقم الـ pH .

جدول (7) تقسيم الأراضي الصودية والمصابة بالأملاح

نوع الأرض	ECe (dS/m)	ESP	pH
الأراضى الملحية	4<	15>	8.5>
الأراضى الملحية الصودية	4<	15<	8.5>
الأراضى الصودية غير الملحية	4>	15<	8.5-10

الملامح المورفولوجية للأراضى المتأثرة بالأملاح والصودية :

القشرة السطحية لهذه الأراضى تبدو مبلله هشه (سبخه) يتباين لونها بين اللون الفاتح للأملاح الى اللون الداكن للأرض. و يرجع اللون هنا الى نوعية الأملاح السائدة فى هذه الطبقة ، فوجود أملاح كلوريد المغنسيوم $MgCl_2$ يعطى هذه الطبقة السطحية اللون الداكن نظراً لامتصاص هذا الملح للرطوبة الجوية ، بينما يتميز خليط أملاح كلوريد وكبريتات الصوديوم بتكوين بللورات بيضاء اللون تكسب الطبقة السطحية اللون الفاتح ووجود وسيادة كربونات الكالسيوم والجبس يكسب الطبقة السطحية من الأرض نعومه وشكل الأتربة المفككة الناعمة ، بينما يكتسب السطح اللون الداكن عند وجود الظروف القلوية أو ما تسمى بالصودية نتيجة لوجود المواد العضوية المتحللة ذائبة فى الوسط القلوى وتكسو حبيبات الأرض بلونها الداكن ، كما قد يرجع اللون الأزرق الداكن بالقرب من السطح على وجود ماء أرضى مرتفع وذلك لسيادة الظروف اللاهوائيه .

وعامتاً الأراضى القلوية غير الملحية تتميز بالتفرق وضعف وحدات البناء الأرضى وقلة المسامية للماء والهواء وتراكم البقع السوداء الناتجة عن إحتراق المواد العضوية ويظهر ذلك قرب سطح التربة - كما تتميز باللزوجة عند ترطيبها والصلادة عند

الجفاف وفى هذه الحالة فإن النباتات التى لها قدرة على النمو بدرجة جيدة فى وجود تركيزات عالية نسبياً من الصوديوم تعانى وتتأثر بشدة من الظروف الميكانيكية السيئة وسوء التهوية.

إدارة والتغلب على مشاكل الملوحة

يمكن التغلب على مشاكل الملوحة من خلال:

1- خفض تركيز الأملاح إلى تركيز مناسب لنمو النباتات ولعمق يناسب المجموع الجذرى للمحصول المرغوب فى زراعته.

2- خفض مستوى الماء الأرضى إذا كان مرتفعاً إلى عمق مناسب فتركيز الأملاح بالماء الأرضى عادة ما يكون فى مستوى ضار ويتذبذب ارتفاعاً وانخفاضاً وقد يسمح بارتفاع الأملاح لأعلى بالخاصية الشعرية بالدرجة التى تضر بالنباتات النامية.

3- خفض نسبة الصوديوم المتبادل بالتخلص منه وإحلاله بالكالسيوم بإضافة الجبس الزراعى وإزالة العامل المسبب للقلوية سواء كان الصوديوم المتبادل أو كربونات الصوديوم.

4-استعمال مياه جيدة النوعية لتلافى تدهور الأرض.

5- حماية الأرض تحت الاستزراع من عودة التملح.

وايضا تتاثر النباتات فى التربه الملحيه نتيجه التاثير النوعى السائد فى التربه علاوة على ان النباتات لا تستطيع ان تاخذ حاجاتها من الكالسيوم والمغنيسيوم فى الاراضى القلويه لانخفاض تركيزها وذلك لسيادة الصوديوم فيها ويفضل زراعتها بالمحاصيل التاليه بالترتيب حسب درجه التحمل للملوحه كاتالى:

*السنه الاولى فى الشتاء برسيم وشعير وفى الصيف ارز وذرة رفيعه

*السنه الثانيه فى الشتاء قمح وبرسيم وصيفا ارز و قطن .

*فى السنه الثالثه شتاءا برسيم وقمح وفى الصيف قطن وذرة.

ومن الامر الذى وجب عليه التنبيه انه لابد من غسيل التربه بالمياة لتقليل تركيز الاملاح فى التربه وفقد هذه الاملاح مع ماء الصرف، ولا بد من استخدام مياة للرى منخفضه الملوحه بحيث لا تتعدى الملوحه بالماء اكثر من 600 جزء بالمليون او اقل، ومن المفضل ان تروى هذة الاراضى فى بدايه الامر بطريقه الغمر فتفضل هذه الطريقة لغسيل اكبر جزء يمكن غسله من الاملاح وفقدها نهائيا مع مياه الصرف ومن الخطأ ان تكون الاراضى تحت الإستصلاح بها املاح عاليه ويتبع فيها نظام الرى بالتنقيط فى البداية حيث يقوم الرى بهذه الطريقة بطرد الاملاح بعيدا عن منطقه انتشار الجذور فقط دون طردها نهائيا.

وقد قسمت الأراضى الملحية على أساس درجة ملوحتها معبرا عنها بالتوصيل الكهربى(EC_e) لمستخلص العجينه المشبعة الى الأقسام الأتية:

جدول (8): تقسيم الأراضي الملحية على أساس درجة ملوحتها

القسم	تأثير الأملاح	قيمة الـ (EC_e دس/م)
1	أرض لا تحدث أي ضرر للنباتات	اقل من 2
2	أرض يحدث فيها ضرر للنباتات الحساسة للأملاح	4-2
3	أرض يحدث فيها تأثير على معظم النباتات	8-4
4	أرض لا ينمو فيها سوى النباتات المقاومة للأملاح	16-8
5	أرض لا ينمو فيها سوى النباتات شديدة المقاومة للأملاح	أعلى من 16

استصلاح الأراضي الصودية و الأراضي الملحية الصودية :

- تتميز الأراضي القلوية فيزيائيا بخواص رديئة حيث أنها ضعيفة النفاذية للمياه وسيئة التهوية نظرا لتفرق الحبيبات واحتفاظها بالماء ولذلك فهى بيئة رديئة لنمو النبات أو غير مناسبة لهذا الغرض.
- وتتميز الأراضي الملحية الصودية باحتوائها على تركيز مرتفع من الأملاح وتشكل أملاح الصوديوم نسبة عالية منها كما أن نسبه الصوديوم المتبادل بهذه الأراضي اكبر من 15 % ولا يزيد رقم الـ pH هنا عن 8.5.

- وغسيل الأرض الصودية غير الملحية بالماء فقط لا يكفى عادة لخفض الصوديوم المتبادل وذلك لسوء النفاذية لمرور المياه ولارتفاع رقم الحموضة (pH) الأمر الذى يصعب معه وجود الكالسيوم ذائبا حيث يكون ذوبان.
- كربونات الكالسيوم فى pH المرتفع ضئيلا جدا كما يساعد ايضا على ذلك تواجد كربونات الصوديوم والتى تقلل أيضا من ذوبان كربونات الكالسيوم.
- وفى حالة عدم احتواء الأرض الملحية الصودية على كربونات أو كبريتات الكالسيوم فأن غسيلها بالماء دون إمدادها بمصدر لأيونات الكالسيوم لا يكفى لخفض الصوديوم المتبادل بها.
- وعادة ما يتم فى حالة الأراضى الملحية الصودية والأراضى الصودية غير الملحية الخالية من كربونات وكبريتات الكالسيوم اضافة أحد أملاح الكالسيوم كمصدر مباشر للكالسيوم أو إضافة بعض المواد التى توفر الكالسيوم للأرض بطريقة غير مباشرة. وعادة ما يستخدم أحد الأملاح الأتية كمصدر مباشر للكالسيوم: كربونات الكالسيوم - ايدروكسيد الكالسيوم - كلوريد الكالسيوم - كبريتات الكالسيوم (الجبس الزراعى). كذلك قد يضاف مواد تعمل على توفر الكالسيوم بطريقة غير مباشرة مثل: اضافة الاحماض أو مواد تنتج حموضة تتفاعل مع كربونات الكالسيوم الموجودة فى الأرض طبيعيا معطية أيونات الكالسيوم التى تحل محل الصوديوم على معقد الادمصاص وتطرده ليغسل بمياه الغسيل والرى.ومن المواد المستخدمة لهذا الغرض :حامض الكبريتيك - حامض الهيدروكلوريك - كبريتات الحديد - الكبريت - الكثير من الأسمدة الحامضية التأثير.

ويتم التفاعل على الصورة :

$$\mathbf{Na_2\text{-}clay + Ca\,SO_4 \rightarrow Ca\text{-}clay + Na_2\,SO_4}$$

حيث تحل أيونات Ca (من الجبس) محل أيونات Na على سطح حبيبات الطين وتغسل أملاح الصوديوم (كبريتات الصوديوم) مع مياه الصرف وتتحسن بذلك ظروف الأرض الطبيعية.

- ولاشك أنه تحت الظروف المصرية واقتصاديات استعمال مثل هذه المصادر لاصلاح الأراضى القلوية فإن الجبس الزراعى أصلحها لتوفره وتكلفته الاقتصادية البسيطة. كذلك فإن اضافة كميات كبيرة من المواد العضوية الى الأرض وخلطها بالحرث ثم الرى يبدأ تحلل هذه المواد ويكون ثانى اكسيد الكربون الناتج فى الأرض حامض كربونيك مع الماء يذيب كربونات الكالسيوم المتواجدة فى الأرض مكونه بيكربونات الكالسيوم التى تمد الوسط بالكالسيوم الذى يحل محل الصوديوم على أسطح التبادل فى الأرض.

حساب الاحتياجات الجبسية :

يقصد بالاحتياجات الجبسية كمية الجبس الزراعى ($CaSO_4$ $2H_2O$) معبرا عنها بالطن / فدان واللازمة لخفض نسبة الصوديوم المتبادل الى قيم مرغوبة . (اقل من 15 %) ويتم ذلك بحساب كمية الكالسيوم اللازمة لتحل محل الصوديوم المتبادل بعمق محدد فى الارض . ثم حساب كمية الكالسيوم اللازمة لهذه العملية فى صورة جبس زراعى (افضل مصلحات الارض القلوية توفرا وسعرا).

ولحساب ذلك فأنه يجب أن يكون معلوما القيم الآتية و التى تتناسب كثيرا مع الظروف المحلية ، فأنه يمكن استخدام النتيجة المتحصل عليها كقيم تقريبية والقياس عليها بالتناسب إذا ما اختلف أحد الحدود ، فإذا ما كان :

- العمق المراد التخلص من الصوديوم المتبادل فيه أو خفضه 20 سم.
- الصوديوم المتبادل المراد التخلص منه محسوبا على أساس ملليمكافئ / 100 جرام ارض.

- الكثافة الظاهرية للأرض 1.3 جم / سم3 (1300 كجم / م3) .
- نقاوة الجبس المستخدم 85 % .

فان:

الاحتياجات الجبسية معبرا عنها بالطن جبس / فدان / 20 سم = الصوديوم المتبادل المراد التخلص منه معبرا عنه بالمليمكافئ / 100 جرام أرض.

أمثلة للمحاصيل المتحملة للملوحة:

1- محصيل الخضر المتحملة للملوحة هى:

الخرشوف - الكرنب - القرنبيط - البصل - الكرنب الاحمر المخصص للسلاطة - الفجل - السبانخ - الباذنجان - الجرجير - الهليون (الاسبرجس) - الكزبرة - الفلفل الكنتلوب

2- المحاصيل الحقلية المتحملة للملوحة هى : الشعير - القمح - الذرة - الارز - القطن - عباد الشمس - السمسم – الكتان.

2- محاصيل العلف المتحملة للملوحة هى:

السورجم - البرسيم الحجازى - بنجر العلف - السسبان - اكاسا سلجنا - الدخن - الرودس

اشجار الفاكهة المتحملة للملوحة هى : النخيل - الرمان - الزيتون - الخروب - التين - العنب - التين الشوكى.

3- النباتات الطبية والعطرية المتحملة للملوحة هى : الكراوية - الكزبرة - الكمون - الشمر (الفونكيا) - البردقوش - الشيح بابونج - الزعتر – الحنظل

تقسيم المحاصيل حسب درجة تملها للملوحة:

1. المحاصيل التى تتحمل الملوحه ومنها الاتى:

النخيل والسبانخ والبنجر فى فترة حياته الاولى والقطن والشعير والموز.

2- محاصيل متوسطه التحمل للملوحه مثل: التين والزيتون والعنب والطماطم والقمح والذرة والبصل.

3- المحاصيل الحساسه للملوحه والتى لا تتحملها باى حال من الاحوال مثل: الكمثرى والتفاح والمشمش والليمون والفاصوليا والفول.

الأراضى الرملية Sandy soil

الأراضى الرملية هي الأراضى التى تحتوى على نسبة عالية من حبيبات الرمل المنفردة بأقطارها المختلفة (0.5 - 2) مم والمكونة أساساً من الكوارتز والتى تصل نسبته إلى أكثر من85 %.

وتتكون هذه الأراضى تحت ظروف المناخ الحار الجاف ، وقد تتعرض لعواصف متقطعة ممطرة لفترات قصيرة تعمل على ترطيب طبقة محددة من القطاع الأرضى وتؤدى هذه الظروف إلى تواجد كل من الجبس و / أو كربونات الكالسيوم فى تجمعات على أعماق مختلفة داخل القطاع الأرضى . والتى تتناسب طردياً مع كمية مياه الأمطار المحددة التى تتخلل طبقات التربة والتى تتوقف أيضاً على درجة مسامية الطبقات السطحية للتربة.

الخواص الطبيعية للأراضى الرملية:

بما أن الأراضى الرملية تحتوى على أكثر من 85 % من حبيبات الرمل المنفردة لذلك فهى:

1. عديمة البناء.
2. سريعة النفاذية.
3. جيدة التهوية.

4 -إنخفاض قدرتها على الإحتفاظ بالماء.

5 -قلة النشاط السطحى.

6 -قلة سعتها التبادلية.

7 -فقرها فى المادة العضوية.

8 -فقرها فى محتواها من الحبيبات الناعمة ولذلك فهى عديمة البناء.

ومن الخواص الطبيعية المهمة فى تحديد طبيعة هذه الأراضى:

١ -الكثافة الظاهرية:

تتراوح من.1.55-1.80 جرام / سم ٣ وهذه الكثافة لها علاقة بالمسامية الكلية والتى تبلغ (32-42%) وهى أقل من الموجود فى الأراضى الطينية. ونجد أن توزيع المسام أهم من 'المسامية الكلية (حجم المسام ، إنتظامها) فالأراضى الرملية تحتوى على نسبة كبيرة من المسام الواسعة التى تساعد على جودة التهوية والصرف السريع وخفض فى السعة التشبيعية المائية.

2- مساحة السطح النوعى

نجد أن السطح النوعى للأراضى الرملية أقل بكثير من الأراضى الطميية الطينية ، والأرقام التالية تبين الأسطح النوعية لأقطار حبيبات التربة المختلفة .

3- الخواص الرطوبية

السعة الحقلية للأراضى الرملية تتراوح من 8-12% ونقطة الذبرل من 4-6 % والماء الميسر من 4-5% ومن هذه الأرقام نجد أن الأراضى الرملية ذات محتوى منخفض من الرطوبة وهذا ناتج عن فقرها فى الحبيبات الناعمة ، وأن المسافات البينية الواسعة هى السائدة.

4- سرعة الرشح

معدل رشح الأراضى الرملية يتراوح 2.5- 25 / ساعة وهو قدر سرعة رشح الأراضى الطينية 250 مرة (من 0.01 – 0.1 سم / ساعة).

5- كربونات الكالسيوم

تتراوح نسبة كربونات الكالسيوم فى الأراضى الرملية من صفر - 90 % وكربونات الكالسيوم تدخل فى حجم أقطار حبيبات الرمل الخشن والناعم ، لذا يدخل

فى نطاق الأراضى الرملية والأراضى الجيرية الخشنة والتى لا تظهر خواص كربونات الكالسيوم فيها.

6- اللون

يتراوح لون الأراضى الرملية من الأبيض إلى الأصفر إلى الأحمر البنى وهذا حسب أكاسيد الحديد ونوعها ، فمثلاً اللون الأصفر يأتى من أكاسيد الليمونيت ، والأحمر - البنى يأتيان من خليط أكاسيد الحديد الحمراء ، والسوداء (الهيماتيت والمجناتيت).

الخواص الكيماوية للأراضى الرملية:

كما سبق فإن الأراضى الرملية تحتوى على أكثر من 85 % من حبيبات الرمل المنفردة والمكونة أساساً من الكوارتز ، الفلسبارات الخاملة كيماوياً حيث أن هذه المعادن أولية ومتعادلة كهربياً وشديدة المقاومة للإنحلال ، وذات نشاط سطحى ضعيف ، إلا أن إحتواء هذه الأراضى على نسبة السلت ، الطين تتراوح من 10 – 15 % أدى إلى ظهور بعض النشاط الكيماوى لها وزيادة السعة التبادلية من 5 -10 ملليمكافىء / 100 جرام تربة مما يحسن من خواص هذه الأراضى ، وهذه الأراضى تميل إلى القاعدية ، وقد يصل رقم الحموضة بها إلى 9.5 ويتوقف ذلك على نوعية الأملاح وتركيزها فى محلول التربة فانخفاض تركيز الأملاح يساعد على رفع قيم حموضة التربة وذلك نتيجة لحدوث تحلل مائى للأملاح الذائبة فى التربة.

كما أن هذه الأراضى فقيرة فى المادة العضوية ، وذلك بسبب ندرة الغطاء النباتى ، والظروف المناخية القياسية (إرتفاع درجة الحرارة - جفاف الجو - ندرة الأمطار) وبذلك فإن هذه الأراضى ضعيفة فى محتواها من العناصر الغذائية ، وتتطلب إضافات

كبيرة من الأسمدة العضوية لرفع خصوبتها ، وتحسين خواصها الطبيعية والكيماوية والحيوية وخاصة فى طبقات الخدمة وجعلها صالحة للنبات.

ويمكن أيضاً زيادة المادة العضوية بالتربة باتباع دورات زراعية سليمة وأيضا قلب المخلفات النباتية والحيوانية مما يساعد على بناء قطاع تربة جيد وخصب وتغييره من اللون الأصفر إلى الداكن.

وتشمل الخواص الكيماوية للأراضى الرملية أيضا كلا من الملوحة وتأثير التربة والأملاح النوعية ، لذا يمكن تقسيم الأراضى الرملية من ناحية الملوحة إلى:

أ. أراضى غير ملحية (لا تزيد الملوحة الكلية عن 0.2%)

ب. أراضى ملحية (لا تزيد الملوحة الكلية عن0.5%)

ج. أراضى شديدة الملوحة (والملوحة بها أعلى من 1%)

مستوى العناصر الغذائية بالأراضى الرملية:

تنقسم العناصر الغذائية فى التربة إلى:

أ. العناصر الغذائية الكبري وتشمل(النيتروچين - الفوسفور - البوتاسيوم) وهى التى يحتاجها النبات بكميات كبيرة.

ب. العناصر الغذائية الصغرى وتشمل(الحديد - الزنك - النحاس - المنجنيز) وعناصر أخرى يحتاجها النبات بكميات قليلة، ولكن عند نقص أحد هذه العناصر فى محلول التربة فإنه يؤدى إلى ظهور أعراض مرضية على النبات.

العناصر الغذائية الكبرى:

1 -النيتروجين

نلاحظ أن الظروف الجوية السائدة وغير المناسبة لنمو النباتات الطبيعية (وذلك نتيجة لارتفاع درجة الحرارة - وجفاف الجو - وندرة المطر) أدى إلى فقر هذه الأراضى فى المادة العضوية فتتراوح من 0.008 – 0.015% وبالتالى فإن

النيتروجين الكلى يتراوح من 0.002 – 0.0085% بالإضافة إلى الفقد الكبير لهذا العنصر عن طريق المياه لذلك يجب إضافة الأسمدة العضوية بكثرة لهذه الأراضى مع الإهتمام بالتسميد الآزوتى.

2 -الفوسفور

الفوسفور الكلى فى الأراضى الرملية لا يتعدى ال 30 جزء فى المليون والذائب لايزيد عن 5 جزء فى المليون ، لذلك وجد أن الخدمة الجيدة لهذه الأراضى واستخدام الأسمدة العضوية ذات الجودة العالية تساعد على زيادة نشر الفوسفور فى التربة.

3 -البوتاسيوم

البوتاسيوم الكلى فى هذه الأراضى حوالى 5 ملليمكافئ / 100 جرام تربة والذائب حوالى 0.25 ملليمكافئ / 100 جرام تربة. ولا يحدث فقد يذكر فى البوتاسيوم فى الأراضى الرملية ذات السعة التبادلية من 5 - 10 ملليمكافئ / 100 جرام تربة ، وينصح بإضافة البوتاسيوم لمحاصيل الخضر ، والمحاصيل الدرنية ، والسكرية كما ينصح بإضافته مع المحاصيل البقولية.

العناصر الغذائية الصغرى:

الأراضى الرملية فقيرة فى العناصر الغذائية الصغرى بصفة عامة ، وهذه العناصر تشمل الحديد ، المنجنيز ، الزنك ، النحاس وباقى العناصر الصغرى الأخرى وقد تصل فى بعض الأحيان إلى أقل من جزء /مليون وإن أى إضافات سمادية من هذه العناصر لا يستفيد بها النبات حيث أن معظمه يفقد مع مياه الرى إلى الطبقات العميقة من القطاع.

ويراعى عند تسميد هذه الأراضى بالأسمدة المختلفة (الصغرى ، الكبرى) الآتى:

1 -إضافة المحسنات الطبيعية (معادن الطين ، الطفلة......) وخلطها بالمواد العضوية والسماد البلدى إلى الطبقة السطحية للتربة (20 سم) وذلك لحماية الأسمدة المضافة من الفقد.

2 -العمل على تحسين قوام هذه الأراضى بإضافة المحسنات المختلفة وقلب المخلفات النباتية بها.

3 -رش أسمدة العناصر الصغرى وبعض الأسمدة الأخرى التى تفقد سواء بالغسيل أو التثبيت على أوراق النبات ، وفى الأطوار التى يحتاجها النبات فى بناء أنسجته أو تكوين ثماره.

4 -إستخدام الأسمدة بطيئة التحليل ، وذلك باستخدام الأسمدة الازوتية بطيئة الذوبان مثل اليوريا فورمالدهيدأو السلفا يوريا ... إلخ.

5 -إضافة الأسمدة الفوسفاتية لهذه الأراضى على دفعات وبجوار الجذور.

6 -إستعمال صور الأزوت الحامضية (سلفات النشادر) بدلاً من الصور الأخرى وخاصة اليوريا

والتى تؤدى إلى ارتفاع رقم حموضة التربة ، وزيادة أكسيد النيتروز حول جذور النباتات ، وقد لوحظ أن إضافة الجبس الزراعى أدى إلى تحسين الأثار السيئة السابقة

تحسين واستغلال الأراضى الرملية

عمليات التحسين تشمل تحويل الصفات غير المرغوبة فى الأراضى الرملية إلى الصفات المقبولة والتى تساعد على النمو الجيد للنبات ، والمعروف أن الصفات غير المرغوبة فى الأراضى الرملية هى:

1 -عدم إستواء الطبقة السطحية لها ، وقد نضطر لزراعتها كما هى وذلك باستخدام نظم الرى الحديثة (الرش ، التنقيط ، تحت السطحى).

2 -القطاع الأرضى قد يكون سطحياً وغير عميق فلا يناسب زراعة كثير من المحاصيل التى تحتاج إلى قطاع عميق لحركة الجذور.

3 -إحتوائها على نسبة عالية من الأملاح الذائبة والشحيحة الذوبان والتى قد تضر النبات وكذلك ظهور بعض العناصر السامة كالبورون ، والسيلينيوم.

4 -إنخفاض السعة التشبعية (درجةإحتفاظها بالرطوبة) وذلك لزيادة حبيبات الرمل المنفردة والمكونة أساساً من الكوارتز والفلسبارات ، ساعد ذلك على إنعدام البناء الأرضى لها.

5 -إنخفاض محتواها من العناصر الغذائية والمادة العضوية وإنخفاض محتواها الميكروبى.

6 -وجود الأفاق التى تؤثر على حركة المياه رأسياً مثل الأفاق الجيرية والجبسية والطينية وغيرها وذلك نتيجة زيادة صلابة وتماسك هذه الأفاق.

7 -عدم صلاحية المياه الجوفية (تعتبر مصدراً هاماً من مصادر مياه الرى) كماً ونوعاً للرى فى معظم الأحوال.

لذلك قبل البدء فى إستغلال هذه الأراضى يجب تحديد النقاط الواجب مراعاتها وهى:

1 -دراسة التربة من الناحية الكيماوية ، الطبيعية وذلك لتحديد نسبة الأملاح ونوعيتها ودراسة قوام ونفاذية التربة وذلك لتحديد نظم الرّى المناسبة ، وحساب الإحتياجات المائية للمحاصيل التى سوف يتم إختيارها.

2 -تحديد مدى صلاحية المياه المستخدمة فى رى هذه الأراضى وتحديد المحاصيل المناسبة تبعا لملائمة هذه المياه.

3 -الإهتمام بنظم التسميد المناسبة لهذه الأراضى وطرق إضافتها ومواعيد الإضافة حرصاً على عدع فقدانها . كما يراعى إستعمال الأسمدة بطيئة الذوبان.

4 -إضافة العناصر الغذائية الصغرى عن طريق التسميد الورقى وذلك لعدم فقدانها وتثبيتها فى حالة إضافتها للتربة.

5 -العمل على تحسين قوام هذه الأراضى بإضافة المحسنات الطبيعية والصناعية مثل الطفلة ، الأسمدة العضوية ، المعادن الطينية ، والمحسنات الصناعية . وذلك لرفع قدرة هذه الأراضى على الإحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية ورفع درجة خصوبتها.

التوصيات الخاصة بتحسين واستغلال الأراضى:

1 -التسميد العضوى:

وجد أن الكمية المناسبة من السماد العضوى للفدان هى من 30-40 م^3 وذلك حسب نوع السماد نفسه والمحصول الذى سوف يتم زراعته . وقد وجد أن طرق الإضافة تختلف فهي إما أن تكون نثراً على السطح وذلك فى حالة زراعة المحاصيل الكثيفة مثل البرسيم ، القمح ، والشعير وفى باطن الخطوط وذلك عند زراعة الخضر بأنواعها والذرة والبقوليات ، ومن الدراسات على إضافة هذه الأسمدة لوحظ زيادة إنتاج المحاصيل السابقة بحوالى 160 % وقد وجد أن التسميد العضوى والكيماوى أعطى نتائج طيبة عن إستخدام الأسمدة الكيماوية منفردة.

2- إضافة المحسنات:

المحسنات إما أن تكون ذات حبيبات ناعمة جداً وغروية أوأن تكون طبيعية مثل الطفلة والمعادن الطينية أو صناعية مثل المواد العضوية صناعية . والمواد العضوية الصناعية هى مواد يتم تصنيعها من النواتج البترولية وتقوم بحفظ المياه بنسبة تصل إلى مئات المرات من حجمها وهى تضاف بنسبة قليلة (حوالى 1 جم /

كجم تربة) وتقوم هذه المحسنات بزيادة تكوين بناء الأراضى الرملية وأيضاً زيادة الاحتفاظ بالرطوبة والعناصر الغذائية وتسهيل عمليات الخدمة المختلفة.

3 -التحكم فى مياه الرى:

وذلك من حيث الكمية والفترة بين الريات وإيجاد نظم رى ملائمة لهذه الأراضى مثل الرش ، التنقيط، الرى التحت السطحى.

4 -منع البخر من السطح:

وذلك باستخدام أغطية من البلاستيك على السطح لتمنع أو تقلل من تبخر المياه وأيضاً تمنع تزهر الأملاح على السطح ونمو الحشائش.

وقد استخدمت طرق ومواد تقلل البخر أوتمنعه مثل:

*حرث الطبقة السطحية لتكسير الخاصية الشعرية للتربة.

*وضع طبقة من الحصى أو الزلط الصغير حول الأشجار على السطح أو تحته مباشرة.

*خلط البقايا النباتية بالطبقة السطحية أوتغطيتها بهذه البقايا مثل قش الأرز أو التبن.

*استخدام نوعيات من الأسمدة الكيميائية الملائمة لمثل هذه الأراضى وهى:

أسمدة الرش:

وهى اليوريا على هيئة محلول يرش على أجزاء النبات، ويحتاج الفدان من 5 -10 كجم للمعاملة الواحدة وهى سهلة الإمتصاص عن طريق ثغور الأوراق ونجد أن نصف هذه الكمية يمتص خلال من 1-6 ساعات.

الأسمدة بطيئة التحليل:

وذلك باستخدام اليوريا بطيئة التحلل المغطاه بمواد مختلفة يجعل ذوبانها بطيئاً مثل اليوريافورمالدهايد ووضع الأسمدة فى كبسولات شبه منفذة.

5 -زراعة مصدات الرياح:

مثل الكازورينا - الماهوجنى - الكيا فى الجهات البحرية والغربية على صفين بينهما مسافة 1 - 1.5 م وعلى هيئة رجل غراب.

6 -الإستغلال الجيد للأرض والماء:

يجب استغلال الأرض إستغلال أمثل مع وضع الدورات الزراعية الملائمة أما من ناحية المياه فيجب دراسة صلاحية وجودة المياه ونوع الأملاح والعناصر بها ومدى صلاحيتها لرى هذه الأراضى ومدي ملاءمة المحاصيل التى يتم إختيارها على أساس ذلك.

طرق الرى ومدى ملائمتها للأراضى الرملية:

1 -الرى السطحى:

عموما لا يناسب الرى السطحى بنظمه المختلفة (الحوض - الخطوط - الشرائح - المصاطب) الأراضى الرملية. فالنفاذية العالية وإنخفاض المحتوى المائى لهذه الأراضى يجعلنا لا نستطيع التحكم فى كميات المياه المضافة وتكون كفاءة الرى السطحى فى هذه الأراضى حوالى 50 % ، حيث أن الأجزاء البعيدة عن فتحة الرى لا تأخذ كفايتها من المياه فى حين أن الأجزاء القريبة تأخذ أكثر من اللازم وأيضاً من ناحية العناصر الغذائية فتتبع نفس التوزيع السابق وعموماً لا ينصح تحت هذه الظروف باتباع نظم الرى السطحى فى الأراضى الرملية .ولكن في حالات خاصة ينصح بالرى السطحى وهو إذا كانت ملوحة مياه الرى أعلى من 3000 جزء / مليون فهذا يحتاج إلى معدلات غسيل عالية لإزالة ما قد يتراكم من أملاح حول النباتات ، وإبعادها عن منطقة الجذور ، ففى هذه الحالة ينصح بعمل أحواض لا تزيد مساحتها عن 10 – 20 م وإنشاء قنوات بامتداد هذه الأحواض وأن يكون أمام كل حوض فتحة

أو ماسورة تعمل بالسيفون ويمكن تحويل هذه القنوات إلى مواسير ذات فتحات أمام كل حوض وتفتح وتقفل أوتوماتيكيا . وفى كل هذه الحالات يجب أن يكون مستوى الماء الأرضى بعيدا بالقدر الكافى عن منطقة الجذور.

2 -الرى بالرش:

نظام الرى بالرش هو ضخ الماء خلال مواسير تحت ضغط ، وبذلك يكون الفقد قليلاً ولكن الأهم من هذا هو كيفية توزيع حجم صغير من المياه على مساحة كبيرة من الأرض توزيعا منتظماً . ويمكن استخدام هذا النظام بنجاح ، وخاصة عند إستعمال مياه ذات جودة عالية ، فى معظم المحاصيل سواء أكانت سطحية الجذور أو متعمقة وإستعمال نظام الزراعة على خطوط أوسطور أو شرائح.

ويجب أن يؤخذ فى الإعتبار عند تصميم هذه النظم نفاذية الأرض ، والسعة التشبعية ، نسبة الأملاح فى التربة والماء.

والمساحة بين الرشاشات والماء تكون على أبعاد مختلفة حسب ضغط المياه . وتصرف الرشاش نفسه وأيضاً قوام التربة والمسافة المعمول 12*12م أو 18*18 م أو 24*24 م وهذا يتوقف أيضا

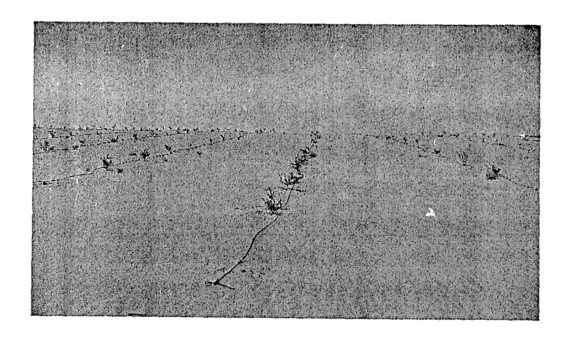
على ظروف مناخ المنطقة (حرارة - رياح - رطوبة) ففى المناطق ذات الرياح العاصفة يتبع نظام 12*12 م . وإن نظم الرى الثابتة أفضل بكثير من النظم المتنقلة حيث أن النظام الثابت يقلل من التكلفة والعمالة.

ويجب أن يؤخذ فى الإعتبار سرعة الرياح وذلك عند حساب كمية المياه والفترة بين الريات ، وفى المناطق العاصفة يجب زراعة مصدات الرياح حيث تقلل من الأثر السئ لها ويمكن الرى 12 ساعة / يومياً. والضغوط الإقتصادية للمياه وهى من 2 – 3 بار، ويوجد الآن أنظمة رى بالرش مبرمجة بأجهزة الكمبيوتر حيث أنه يمكن للفرد

الواحد أن يقوم برى مساحات كبيرة من الأرض وذلك ببرمجة المعدات الخاصة بالرى من حيث المواعيد والكميات والإتجاهات وخلافه.

3 -الرى بالتنقيط:

يعتبر الرى بالتنقيط أفضل نظام لرى الأراضى الرملية ، حيث أنه إقتصادى فى كميات مياه الرى وأيضاً يمكن إستخدام أنواع من المياه ذات صلاحيات مختلفة ، والشبكة تعمل أساساً على ضغط لا يتجاوز ال 1.5 ض . ج وكفاءة هذا النظام تصل إلى أكثر من 85 % عندما تكون الشبكة مصممة على حساب الضغوط والفقد وإحتياجات المياه للنباتات التى سوف تتم زراعتها ، والسعة الحقلية وقوام التربة.



صوره (1) توضح أشجار الزيتون تروى بالتنقيط فى الكثبان الرملية

الأراضى الجيرية Calcearous Soil

الأرض الجيرية هى التى تحتوى على كمية من كربونات الكالسيوم بمستوى يؤثر بوضوح على خواص التربة وبالتالى على نمو النبات سواء أكانت هذه الخواص طبيعية مثل علاقة التربة بالماء ، وتكوين القشرة الصلبة على السطح ، أو كيميائية مثل تأثيرها على صلاحية بعض العناصر الغذائية ، والأراضى الجيرية هى التى تحتوى على أكثر من 10 % من كربونات الكالسيوم الكلية.

وتتواجد هذه الأراضى تحت الظروف الصحراوية أو تحت ظروف مناخ البحر الأبيض كما هو الحال فى مصر . وتصل مساحة الأراضى الجيرية فى مصر حوالى 650 ألف فدان ، وهى التى تتواجد أساساً على الشريط الساحلى الغربى لحوض البحر المتوسط . ومعظم عمليات الإستصلاح تتجه لهذه الأراضى لسرعة إستجابتها لعمليات الإستزراع والتحسين.



صوره (2) توضح محاصيل علف تروى بالرش فى أرض جيرية

التركيب المعدنى للأراضى الجيرية:

نظراً لأن الهيكل العام لهذه الأراضى يتكون من المادة الجيرية ، فمن المتوقع أن تتوزع فى أحجام حبيبات التربة المختلفة إبتداء من الحصى إلى الطين ، وعليه كان من الضرورى التعرف على المكونات الجيرية سواء التى تواجدت فى أحجام حبيبات التربة أو تجمعاتها المختلفة ، حيث أن ذلك يساعد على وضع الخطة الإستراتيجية لخدمة وإستزراع هذه الأراضى ، وتتواجد المادة الجيرية فى القطاع الأرضى إما موزعة على طول عمق القطاع أو متجمعة فى صورة حبيبات متصلبة أو على هيئة عناقيد أو طبقة صماء أو حصى أو حجر جيرى وتتكون المادة الجيرية فى صور مختلفة الذوبان وهذه الصور هى:

1 -الكالسيت وله شبيه كيماوى يسمى باللاراجونيت وهى صورة غير ثابتة وذوبانها أعلى قليلاً من ذوبان الكالسيت.

2 -الماغنسيت ودرجة ذوبانه عشر مرات الكالسيت.

3 -الكالسيت الماغنيسى وهو يتواجد على شواطئ البحار.

4 -الدولوميت وهو أقل كثيراً فى ذوبانه من الكالسيت.

5 -السيدريت وهو عبارة عن كربونات الحديد.

بالإضافة لما سبق فيوجد أنواع من المعادن الطينية تتواجد أساساً فى هذه الأراضى ومنها الكاولينيت والأتابولجيت وهذا المعدن(الأتابولجيت) هو الذى يسبب الصلابة الشديدة وتكوين القشرة السطحية للأراضي الجيرية كما أنه يساعد فى تحويل البوتاسيوم إلى صورة غير ميسرة للنبات وقد يكون الكوارتز مختلطاً مع المادة الجيرية.

الخواص الكيميائية لهذه الأراضى:

1 -رقم الحموضة : حيث أن التحلل المائي لكربونات الكالسيوم يرفع درجة الحموضة إلي 10 وذلك عند غياب ثانى أكسيد الكربون . ولكن فى حالة وجود ثانى أكسيد الكربون والماء تنخفض الحموضة إلى المستوى العادى للأراضى الجيرية وهى 8.2 – 8.4، أما فى الأراضى الجيرية المغنيسية فيرتفع هذا الرقم 9.7 – 9.9.

2 -تحول الفوسفات إلى الصورة غير الذائبة (الراسبة) وذلك لتفاعل أيونات الكربونات مع أيونات الفوسفات وتحولها إلى أيونات فوسفات ثلاثى الكالسيوم غير الذائب . وبذلك تنعدم الإستفادة منها بواسطة النبات.

3 -ترسيب مركبات الحديد:

تعمل الكربونات على تحويل صور الحديد الذائبة إلى الصور غير الذائبة على هيئة كربونات الحديد (سيدريت) والتى تتحول إلى الصور المؤكسدة.

4 -فقد الأمونيا:

لوحظ أن النباتات المزروعة فى الأراضى الجيرية لا تستجيب للتسميد الآزوتى بالدرجة الكافية عند تسميدها بسماد سلفات النشادر ، ويرجع السبب فى ذلك إلى تواجد كربونات الكالسيوم والتى تؤدى إلى إرتفاع قلوية التربة . وقد وجد أن رقم الحموضة 8 يؤدى إلى فقدان 5 %من النشادر المضاف فى صورة سمادية وترتفع هذه النسبة إلى 40 % عند رقم الحموضة 9.

وعادة ما يستخدم سماد سلفات الأمونيوم كمصدر للنيتروجين فى تسميد الأراضى الجيرية حيث أن أملاح النترات سهلة الذوبان وبالتالى سهلة الفقد مع مياه الصرف . ويتعرض جزء من النيتروجين فى سلفات الأمونيوم للفقد بالتطاير نتيجة لتفاعل سلفات الأمونيوم مع كربونات الكالسيوم على النحو التالى :

ثم يحدث تحلل لكربونات الأمونيوم $(NH_4)_2\ CO_3$ الى NH_3 (غاز) و CO_2, H_2O.

5 -تكوين القشرة الصلبة السطحية:

القشرة السطحية هى طبقة لا يتعدى سمكها عدة سنتيمترات مكونة من حبيبات ناعمة مفككة بفعل عوامل عديدة ، ثم تصلبت عند الجفاف نتيجة لالتصاق الحبيبات الناعمة بعضها ببعض بقوي فيزيائية وكيميائية.

ويتحكم فى تكوينها نوعية المعادن السائدة ونوع الأملاح بالتربة ودرجة تركيزها وملوحة مياه الرى وتزداد شدة تماسكها بتكرار الترطيب والتجفيف ، وأيضاً تواجد نوع معين من معادن الطين وهو الأتابولجيت الليفى الشكل الذى يؤدى إلى تصلب القشرة . وأيضاً نظام الرى بالرش يساعد على تكوين هذه القشرة الصلبة.

كيفية التغلب على هذه القشرة:

يمكن التغلب عليها بعدة طرق منها:

1 -استخدام مياه ذات ملوحة لا تزيد عن 130 جزء / مليون وأن يكون تركيز أيونات البيكربونات بها أقل من تركيز الكالسيوم + الماغنسيوم وعدم ترك الأرض للجفاف الشديد.

2 -إستعمال مركبات كيميائية تعمل على تقليل النشاط السطحى لحبيبات الكربونات وتكوين طبقة عازلة بين حبيباتها منها حمض الفوسفوريك ، وحمض الكبريتيك والجبس الزراعى الحامضى.

3 -إستعمال المحسنات المختلفة سواء الطبيعية منها أو الصناعية.

4 -تعتبر المادة العضوية والأسمدة العضوية أنجح المواد التى تعمل على منع تكوين هذه القشرة ولذلك ينصح بقلب المخلفات النباتية دائماً وأن تحتوى التربة على رطوبة مناسبة لنمو المحصول.

التوصيات الخاصة بتحسين وإستزراع الأراضى الجيرية:

1 -علاج القشرة التى تتكون على السطح فى هذه الأراضى نظراً لما لها من أثر فى إعاقة عمليات الخدمة الزراعية حيث أن لها قوة ميكانيكية تقاوم ظهور البادرات وكذلك أثرها الضار على سيقان النباتات النامية حيث يختلف سمك هذه القشور من سنتيمترات إلى عمق كبير.

2 -تلعب الكربونات دوراً هاماً وأساسياً فى تحول صور العناصر الغذائية الصالحة إلى الصور غير الصالحة للنبات وبذلك تظهر على النباتات أعراض نقص هذه العناصر . لذلك يجب التحكم فى كميات مياه الرى للإقلال من نشاط الكربونات مع إضافة المحسنات الطبيعية ذات الأثر الحامضى بالإضافة إلى إضافة الأحماض المختلفة (حمض فوسفوريك - حمض الكبريتيك) مع مياه الرى.

ويستحسن إضافة العناصر الغذائية المختلفة رشاً على سطوح النباتات ، وأن تكون فى صور مخلبية وخاصة عناصر الحديد ، الزنك ، المنجنيز ، النحاس وإضافة الصور النيتروجينية غير النشادرية لعدم فقدها كما يمكن إضافة الفوسفور رشاً على النباتات ، وتقوم الأحماض التى تفرزها جذور النباتات بإذابته العناصر الغذائية وتحولها إلى صور صالحة للإمتصاص.

3 -إن عمليات إستصلاح الأراضى الجيرية لا تهدف عادة إلى خفض نسبة كربونات الكالسيوم أوخفض نسبة حموضة التربة ، بل تشمل عادة إستعمال بعض المركبات ذات التأثير الحامضى مثل الكبريت الزراعى. الأسمدة المختلفة الحامضية وأيضاً إضافة المواد العضوية حيث أنها وسيلة من وسائل تحسين الأرض.

كما يتم إختيار المحاصيل التى تجود فى هذه الأراضى ومن أمثلتها:

1 -المحاصيل الحقلية - : القمح الشعير - الذرة - البقول

2 -محاصيل خضر : الطماطم - الباذنجان - الفلفل - الكوسة - البطيخ.

3 -أشجار الفاكهة : الزيتون - التين - اللوز - الكروم - الخوخ - الكمثرى - الرمان - النخيل.

الأراضي الجبسية (Gypsiferous Soils)

تعرف الأراضي الجبسية بأنها الأراضي التي تحتوي أفق تجمع للجبس أو الجبس وكربونات الكالسيوم بأي سمك خلال الـ150 سم العليا من القطاع (أي حتى عمق 150سم). وقد يكون أفق الجبس في صورة حبيبات ناعمة (بودرة) أو بللورية أو يكون الأفق صلباً نتيجة لتداخل الجبس المتكون ثانوياً (يرسب مكانه) متداخلا مع كربونات الكالسيوم وكذلك إذا تواجد أو.كما تعرف أيضا الأراضي الجيرية بأنها الأرضي المحتوية على كميات من الجبس كافية للتأثر على نمو النبات.

ويعرف أفق الجبس Gypsic horizon بأنه أفق ترسيبي يتجمع فيه الجبس المتكون ثانوياً بكميات مؤثرة وتتميز هذه الأفق بأنه يكون بسمك 15سم أو أكثر ، وأنه غير متصلب ويحتوي على 5 % جبس على الأقل مرئية بالعين المجردة.

والأفق الجبس الجيولوجي يكون دائما أفق جبس متصلب وكتلي صلب الأجزاء الجافة لا تشرب الماء ولا يسمح بمرور الجذور به وعادة ما يكون محتوى هذا الأفق من الجبس عاليا جدا يزيد عادة عن 60 %.

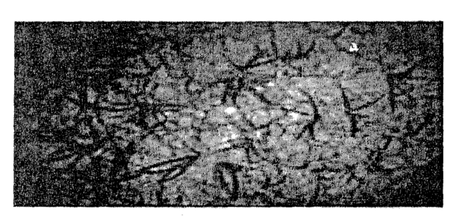
إستصلاح الأراضى الجبسية

مفتاح إستصلاح الأراضى الجبسية هو غسيل الجبس الزراعى، قد أوضحت التجارب التطبيقية فى الحقل أن إضافة فوسفات وكربونات الأمونيوم مع كميات صغيرة من السماد البلدي أدت إلى زيادة كفاءة غسيل الجبس وإزاحته إلى طبقات اسفل 20سم في العمق ، في حين أدى استخدام كربونات الأمونيوم إلى عدم تجمع الجبس تحت هذا العمق.

ويستجيب العديد من المحاصيل – خصوصا البقوليات– للتسميد بالملبيدنيم للأرضي الجبسية، كما أن للتسميد بالبوتاسيوم والعناصر الدقيقة أثرا فعال في هذه الأراضي. وعامــتا لــم يذكر أن الجبس سام على النبات، ولو أن النباتات النامية فى أراضى غنية بالجبس تعانى من العطش عادة.

الأراضى الطفلية

تعتبر الطفلة إصطلاح عربى دارج يطلق على الرواسب الطينية المتماسكة بصفة عامة والتى من الوجهة الجيولوجية تضم عدة أنواع ، منها الحجر الطينى ، الحجر الطميى ، الحجر السلتى وهى أحجار كتلية متماسكة قد تتواجد بالقرب من سطح الأرض كما تظهر بصفة رئيسية فى المناطق المحيطة بالوادى والدلتا. أما إذا تواجدت على أعماق مختلفة فى باطن الأرض وكانت متصلة وذات تكوين طبيعى فإنها تسمى Shales وتتواجد الأراضى الطفلية فى أنحاء كثيرة فى صحارى مصر وعلى طول إمتداد الوجه القبلى من الناحيتين الشرقية والغربية وأيضاً فى أماكن مختلفة فى شبه جزيرة سيناء ، وسلاسل جبال البحر الأحمر الرسوبية.
ومن الدراسات المختلفة التى قامت بها هيئات عديدة على الطفلة تبين أن الخواص



الأراضى الطفلية بواحة الفرافرة

الطبيعية والكيماوية لرواسب الطفلة لا تصلح للزراعة بها مباشرة فى كثير من الأحيان لأنها تعتبر وسطاً غير ملائم للإنبات ، والسبب فى ذلك النسبة العالية من الطين ذى الخواص المختلفة والتمدد والإنتفاخ والإحتفاظ بالرطوبة وأيضاً وجود المواد اللاحمة من أكاسيد الحديد ، الجبس وكربونات الكالسيوم وأيضاً لاحتوائها على نسبة عالية من ملح كلوريد الصوديوم بالإضافة لذلك فإن نفاذيتها شبه منعدمة .

ومن المشاهد أنه بظهور الطفلة على هيئة عروق أو ترسيبات فى الأراضى المستصلحة الجديدة كما فى شرق البحيرات والإسماعيلية ، ووادى الفارغ والخطاطبة فإنها تسبب أضراراً على كل من التربة والنبات ، كما أنها تتسبب فى عدم إنتظام مياه الرى نتيجة لإعاقة حركة أجهزة الرى المحورية

وتتميز الطفلة بنشاط سطحها الفعال وإرتفاع سعتها التبادلية التى تصل إلى 60 ملليمكافئ / 100 جرام تربة وتبلغ نسبة الصوديوم المتبادل فى كثير من الأحيان 60 %ويمكن ظهور أثر الصوديوم على النباتات فى تركيزات الملح العالية.

النقاط الواجب توافرها عند إستزراع الأراضى الطفلية:

1 -إجراد مسح لأماكن الطفلة ومدى إنتشارها سواء بالعمق أو بالإمتداد الأفقى.

2 -إجراء التحليل الكيماوى لها وذلك لتحديد مستوى تواجد الأملاح الذائبة والجبس ، وكربونات

الكالسيوم وأيضاً تقدير نسبة الصوديوم المتبادل بها.

3 -إجراء التحليل الميكانيكى لها لحساب نسبة الطين والسلت.

4 -تحديد التركيب المعدنى للطفلة لمعرفة نوع معادن الطين السائدة وخواصها.

طرق إستصلاح الأراضى

تتوقف طرق إستصلاح الأراضى عامتاً على:

1 -التخلص من الأملاح الذائبة.

2 -التخلص من الصوديوم المتبادل.

3 -تحسين الخواص الطبيعية والكيماوية والحيوية.

ويتضمن هذا عمليات الغسيل والصرف وإضافة المصلحات وزراعة وإختبار المحاصيل التى تتحمل

الملوحة وتزويد التربة بالمادة العضوية.

1. غسيل الأملاح:

إن أهم عمليات الإستصلاح هو غسيل الأملاح الموجودة بقطاع التربة وقبل البدء فى عملية الغسيل يجب التأكد من أن شبكة المصارف جيدة وتعمل بكفاءة عالية وميولها مناسبة ولا يوجب بها أى موانع تعوق سير المياه بها. وعندما تكون الأملاح متزهرة على السطح وبكميات كبيرة فالغسيل يكون سطحياً أى تغمر التربة بالمياه ثم تصرف سطحياً ، وتكرر هذه العملية عدة مرات حتى نتأكد من غسيل الأملاح من الطبقة السطحية.

ويمكن فى هذه الحالة زراعة بعض المحاصيل التى تناسب ملوحة التربة على ألا نترك مياه الغسيل مدة كبيرة حول النباتات وخاصة فى الصيف لعدم الإضرار بالنباتات.

وخلال عمليات الغسيل يجب ملاحظة الجسور المحيطة بالأحواض لعدم إنهياراها وخلال عملية الغسيل وفى أخر مراحله يجب إضافة الجبس الزراعى لكي لا تتحول التربة أثناء الغسيل إلى القلوية وأيضا لكي تكون نفاذيتها عالية لسهولة إستكمال عملية الغسيل

2. الصرف:

من الحقائق الهامة والثابتة أن تدهور الخواص الطبيعية والكيماوية للتربة يعزى إلى إرتفاع مستوى الماء الأرضى ، وقد وجد من الأبحاث التى تمت على الأرض المتأثرة بالماء الأرضى وجود علاقة مباشرة بين نوع التلف والتدهور وإرتفاع مستوى الماء الأرضى ، فعندما يكون الماء الأرضى مرتفعاً تتكون الأراضى القلوية السوداء وعندما يكون الماء الأرضى أقل إرتفاعاً تنشأ الأراضى ذات العروق الجبسية ، ولذلك فإن العامل الأساسى فى إستصلاح الأراضى هو المحافظة على أن يكون مستوى الماء الأرضى بعيداً عن منطقة الجذور النباتية . ولا يمكن أن تنجح عمليات الإستصلاح من غسيل أو إضافة مصلحات التربة إلا إذا توافر هذا العامل.

ويقصد بالصرف التخلص من الماء الزائد بالتربة ، وتتم هذه العملية عن طريقتين:

1 -الصرف السطحى   2 -الصرف الجوفى.

1 -الصرف السطحى:

ويقتصر الصرف السطحى على التخلص من المياه الزائدة من الغسيل دون أن تتخلل المياه قطاع التربة .وتعتبر هذه العملية غسيلاً سطحياً وليست صرفاً بالمعنى المعروف وتقتصر هذه العملية على صرف المياه الفائضة فى بعض المحاصيل المائية والتخلص من طبقة الملح التى تكسو سطح الأراضى الملحية فى كثير من الأحيان ، إذ لا يستحب إذابة هذه الأملاح وتخللها التربة عن طريق الصرف الجوفى.

2 -الصرف الجوفى:

يقصد به التخلص من الكميات الزائدة من المياه الموجودة بالطبقات العليا من التربة وذلك بتخللها التربة وخفض مستوى الماء الأرضى والمحافظة على بقائه بعيداً عن منطقة الجذور النباتية وعدم صعوده نحو سطح التربة محملاً بالأملاح الذائبة التى تضر بالمحصول والتربة عندما تزداد درجة تركيزها.

ومن أهم المزايا التى تتحقق من الصرف الجوفى:

1 -التخلص من الأملاح الزائدة.

2 -تحتفظ الأراضى التى تتمتع بالصرف برطوبتها أحسن من الأراضى المحرومة من الصرف.

3 -لها تأثير جيد على خواص التربة الطبيعية وتحسين بناء التربة.

4 -يساعد على زيادة النشاط الحيوى للتربة.

أنواع الصرف الزراعى:

الصرف الزراعى إما طبيعى أو صناعى أو حيوي.

1 -الصرف الطبيعى:

ويتوقف الصرف الطبيعى على عوامل طبيعية ومكان الموقع الذى يتضمن:

1. عمق مصادر المياه كالنهر أو المساقى أو الترع.
2. طبوغرافية المنطقة من حيث الإنحدار والإرتفاع والإنخفاض.
3. تعاقب طبقات التربة
4. عمق وحركة الماء الأرضى
5. نوع التربة
6. نوع نظام الرى المستخدم

ففى الأراضى الرملية التى يستخدم فيها الرى بالتنقيط قد لاتحتاج إلى إنشاء شبكة مصارف بل تترك للصرف الطبيعى.

2 -الصرف الصناعى:

يعتمد على إنشاء شبكة من المصارف المكشوفة أو المغطاه والفرق بين الصرف الصناعى والطبيعى أن الصرف الصناعى يمهد طريقاً صناعياً للتخلص من الماء الزائد بالتربة والتحكم فيه ، وتجهز الأراضي الزراعية بالمصارف للمحافظة على خصوبة التربة ورفع إنتاجها الزراعى . كما تعتبر الأراضى المحرومة من المصارف مصدر لانتشار الأوبئة والأمراض الطفيلية.

3 -الصرف الحيوي:

يقصد به مدى الإستفادة من النشاط الحيوى للنباتات فعلى سبيل المثال يساعد النتح على التخلص من

الماء الزائد بالتربة . ويؤثر هذا على خفض مستوى الماء الأرضى وقد إتضح أن الفدان من الأشجار الخشبية يفقد ما يقرب من 3900 م^3 مياه عن طريق النتح . وهذا ما يشير إلى الفائدة الكبرى من زراعة الأشجار والنباتات الخضراء عند عمليات الإستصلاح.

المصارف المكشوفة:

تعتبر المصارف المكشوفة أقدم أنواع المصارف وهي الأكثر شيوعاً فى كثير من المناطق ولكن عيوب هذه المصارف هى:

١ -إستقطاع مساحات كبيرة من الأراضى.

٢ -تعتبر مهداً خصباً لنمو الحشائش والحشرات والأمراض.

٣ -تحتاج إلى تكاليف كبيرة فى تطهيرها سنوياً.

٤ -تحد من إستعمال الآلات الزراعية الحديثة.

وتعتبر هذه المصارف أساس عمليات الإستصلاح للأراضى الجديدة ، فهى طريقة سريعة للتخلص من الأملاح الذائبة بها . ولكن يجب العناية بتطهير هذه المصارف حتى تكون المياه مستمرة الجريان من الزواريق إلى المصرف الرئيسى ، وأن يكون البعد بين المصرف الحقلى والآخر 25 م وألا يزيد طوله عن 100 م.

المصارف المغطاه:

يتم الصرف عن طريق مواسير أسمنتية أو فخارية وحديثاً مواسير حلزونية بلاستيكية ويجب أن يكون أقطار المواسير المستعملة مناسبة لتصريف المياه الزائدة الموجودة بالتربة فى مدة لا تزيد عن 24 ساعة.. ويجب ألا يقل هذا القطر عن 5 بوصات أما عمق المواسير والبعد بين الخطوط فيتحكم فيها قوام التربة ويمكن القول أن أقل عمق للحقليات هو 90 سم والبعد بينها 20 م.

والجدول التالى يعطى فكرة عن الأبعاد عن الأراضى المختلفة

نوع التربة	سرعة النفاذية	البعد بين الحقليات بالمتر
طينية – طينية طميية	بطيئة جداً	10- 25 م
سلتية – سلتية طينية	بطيئة	20 – 35 م
صفراء	متوسطة - جيدة	35 – 100 م

ويجب أن نفرق بين وسائل وأغراض الصرف أولاً فى الأراضى الغدقة ، وثانياً فى الأراضى الملحية تحت الإستصلاح . ففى حالة الأراضى الغدقة يجب أن يكفل الصرف الأغراض الآتية:

1 -التخلص من الماء الزائد.

2 -خفض مستوى الماء الأرضى إلى الحد الذى يمنع تلف التربة والضرر بالنباتات.

3 -تحسين عوامل التهوية والأكسدة مما يتسبب عنه دفء التربة.

4 -التخلص من ملوحة التربة.

5 -التخلص من كميات وفيرة من الماء السطحى عن طريق مصارف ضحلة متقاربة

بينما يتطلب الصرف فى الأراضى الملحية تحت الإستصلاح:

1 -التغيير الكلى للملوحة لماء التربة بإنشاء شبكة فعالة من المصارف للتخلص من الماء الأرضى.

2 -خفض مستوى الماء الأرضى دون البعد الحرج.

3. التخلص من أملاح التربة حتى لا تتعدى درجة التركيز عن 0.2 – 0.3%

علاج مشاكل الأراضي الجديدة

1 -القوام:

القوام الخشن يساعد على فقد كل من مياه الرى والأسمدة دون أن يستفيد بها النبات . وكذلك يجعل هناك صعوبة فى إجراء العمليات الزراعية . لذلك يعالج هذا القوام بإضافة المحسنات مثل الأسمدة العضوية (مخلفات المواشى) كما يضاف بعضها مع أنواع الطفلة ، وهذه الإضافة لا تكون عفوية بل تخضع لدراسة هذه المواد وتحديد كميات الإضافة وطريقة إضافتها . كما يمكن التغلب أيضاً على القوام الخشن بنظام الزراعة وطرق الرى الحديثة التى تعطى للنبات كفايته مع عدم الإسراف فى مياه الرى.

2 -إختلاف المناسيب:

لصعوبة عمليات التسوية على نطاق واسع فى هذه الأراضى واختلاف طبيعة التربة بالعمق (رأسياً)

وبالإمتداد الأفقى ، وخوفاً من ظهور طبقات زلطية أو طبقات غير مرغوبة على السطح ، فيتبع نظام التسوية الكونتورية مع إستخدام نظم الرى الحديثة التى تحتاج إلى عملية التسوية البسيطة للتربة

3 -مصادر مياه الرى وكفاءتها:

كما سبق فإن المصدر الرئيسى لمياه الرى لهذه الأراضى وخاص البعيدة عن الوادى هي مياه جوفية

لذلك تختلف جودة مياه هذه الأراضى من منطقة لأخرى والعلاج هو إيجاد أنسب المحاصيل التى تعطى عائداً مجزياً ، أى تطويع نوع المحصول بالنسبة للمياه الجوفية

4. إحتياجات النباتات للأكسوجين

توجد فتحات على جذور النباتات تسمى بالـ " Lenticels " وهى تسمح بتبادل الغازات وينتشر الأكسوجين خلال خلايا الجذور من هذه الفتحات أثناء تنفس الجذور ويخرج ثانى أكسيد الكربون. وينتج عن التنفس الطاقة التى تلزم النباتات فى خلال عملية تخليق المركبات إنتقال العناصر المعدنية أو الجزئيات العضوية وفى عمليات تراكم بعض الأيونات والامتصاص النشط لبعض المغذيات ضد تدرج تركيزاتها .

ورغم ذلك فإن بعض النباتات مثل الأرز يمكنها النمو فى الوسط المائى نظراً لتركيبها المورفولوجى الذى يسمح بانتشار الأكسوجين الجوى من مجموعها الخضرى إلى أسفل إلى أنسجة جذورها . ولكن لإنماء معظم النباتات بنجاح فى المزارع المائية يستلزم نظام تهوية كافى فى المحاليل التى تنمو فيها الجذور. وتتباين النباتات كثيراً فى احتياج جذورها من الاكسوجين فهناك نباتات حساسة قد تموت إذا عرضت جذورها الى تربة مشبعة لمدة يوم وأخرى يمكنها تحمل تشبع التربة بالماء لفترات طويلة .

وعلى ذلك فيجب أن يتوفر فى الأرض الأكسجين الكافى لعمليات تنفس الجذور والذى يتجدد فى الهواء الأرضى بعملية التبادل الغازى بين الهواء الجوى وهواء الأرض. ويساعد على ذلك تفكيك سطح الأرض باستخدام المحاريث أثناء

إعداد مهد البذرة. وإضافة الأسمدة العضوية والخضراء التى تساعد على تكوين بناء جيد للأرض يحفظ التوازن بين المسام الضيقة والتى تحتفظ بالماء والمسام الواسعة التى تنتشر خلالها الهواء ويتجدد بسهولة.

وحيث أن كمية الهواء في الأرض تتناسب عكسيا مع كمية الماء التى تحتفظ بها الأرض فإن الرى الزائد خاصة فى الأراضى ذات القدرة العالية على الاحتفاظ بالماء يؤثر تأثيرا سيئا على تهوية الأرض وكمية الأكسجين المتاحة لجذور النبات.

وتعمل كائنات التربة الهوائية مثل البكتريا – الاكتينوميسيتات - الطحالب التى تعيش على أكسوجين الهواء الأرضى على تحويل العناصر الغذائية فى مواد التربة العضوية إلى صور ذائية قابلة للامتصاص بواسطة النبات .

4. درجة حموضة التربة أو رقم الـ" pH "

يعبر رقم الحموضة إلى رقم الـpH عن اللوغاريتم السالب درجة النشاط أيون الايدروجين. ويعتبرمن أهم خواص التربة حيث أن له علاقة مباشرة بدرجة تيسر معظم المغذيات النباتية كما أنه أثر مباشر على كائنات التربة الدقيقة ومعدل أداء جذور النبات.

ويقدر عادة فى معلق للتربة مع الماء المقطر بنسبة 1: 2.5 أو معلق التربة مع محلول كلوريد البوتاسيوم بنفس النسبة وأحياناً يقدر فى معلق التربة فى مياه الرى المستخدمة أيضاً بنفس النسبة السابقة.

فى الأراضى تحت الصوبات سواء كانت زجاجية أو بلاستيكية كذلك الأقفاص المنخفضة أو فى المشاتل أو مكعبات التربة Soil Blocks يفضل أن يتراوح رقم الـ pH بين 6.0 - 6.5 . وفى المناطق الجافة وشبه الجافة مثلما الحال فى مصر تتراكم القواعد فى التربة نتيجة قلة سقوط الأمطار ومن أهم هذه القواعد كربونات الكالسيوم وأملاح الصوديوم والمغنسيوم يؤدى ذلك إلى ارتفاع رقم الـ pH

فقد يصل إلى 8.5 أو أكثر فى المناطق الصحراوية الغنية بكربونات الكالسيوم كما أن الأراضى الطينية التى يسود الصوديوم على غروياتها يزداد رقم الحموضة عن 8.5 وعندئذ يطلق عليها أراضى قلوية.

ويجب العمل على تعديل الـ pH فى الأراضى تحت الزراعة المحمية وفى المشاتل أو فى مكعبات التربة إلى درجات حموضة قريبة من التعادل ويتم ذلك بإضافة الأسمدة العضوية والكبريت الزراعى والجبس الزراعة كما قد تضاف بعض الأحماض ضمن برامج التسميد كحمض النيتريك أو الفوسفوريك كمصدر للنيتروجين أو الفوسفور علاوة على تأثيره فى خفض رقم الـ pH كما أن إضافة الجير تلزم لرفع الـ pH فى الأراضى الحامضية أو فى مكعبات التربة Soil Blocks.

وتوجد عدة طرق لقياس رقم الـ pH فى الأرض أبسطها هو استعمال جهاز الـ pH Meter كذلك يمكن قياسها باستعمال بعض الأدلة التى تأخذ ألوان معينة عند تخللها للتربة ثم تقدر أرقام الـ pH المقابلة لهذه الألوان باستعمال كارت موضح به الألوان المقابلة لكل رقم من ارقام الـ pH .

وتعديل pH الأراضى تعد من الأمور غير السهلة والمكلفة فخفض رقم pH وحدة واحدة فى طبقة الحرث (15- 25سم) يلزم إضافة 400 كجم كبريت على أن لا تحتوى الأرض على نسب محسوسة من كربونات الكالسيوم وإلا يجب أن نؤخذ ذلك فى الاعتبار، وللصوبة القياسية يلزم حوالى 50 كجم كبريت لخفض رقم الـ pH وحدة واحدة تحت الظروف السابقة كما يفيد إضافة الجبس اللازمة بمعرفة السعة المتبادلة الكاتيونية ونسبة الصوديوم المتبادل وتعرف بالاحتياجات الجبسية .

ومن المشاكل التى تنشأ وتؤثر على رقم الـ pH هى تشبع التربة بالرطوبة لفترات طويلة دون تصريف المياه الزائدة بطريقة فعالة وتتراكم المشكلة نتيجة تغير

جو التربة Soil atmosphere حيث يحتوى أصلاً كميات معقولة من الاكسوجين تسمح بامداد الجذور وكائنات التربة الدقيقة وإنحلال مواد التربة العضوية وعندما تتشبع الرطوبة تتكون طبقة رقيقة مؤكسدة على السطح أسفلها طبقة مختزلة أكثر سمكاً يقل محتواها من الأكسوجين بدرجة كبيرة وينتج عن ذلك حدوث سلسلة من التفاعلات الكيميائية اختزالية تبدأ بإختزال النترات الى نيتريت والحديديك الى حديدوز والكبريتات إلى كبريتيد .

التربة وزراعة أشجار الفاكهة

يعتبر النجاح فى إختيار التربة المناسبة لزراعة الفاكهة من أهم أسس زراعة الفاكهة حيث أن الأشجار تمكث بالتربة لمدة طويلة قد تصل لعشرات السنين، كما أن تكاليف إنشاء وزراعة الحدائق تبلغ مبلغاً كبيراً لذلك يجب إعطاء أهمية بالغة لإختيار التربة المناسبة لزراعة الفاكهة، فى حين أن إختيار التربة لزراعة محاصيل حولية مثل زراعة محاصيل الحبوب أو الخضر لايأخذ مثل هذا الاهتمام البالغ نتيجة قلة المخاطرة فى الزراعة لمكثها بالأرض عدة شهور، والملاحظ عامة أنه لايمكن تبين عدم صلاحية التربة لزراعة أشجار الفاكهة إلا بعد إنشاء البستان بعد 5سنين وهذه النتيجة فى حد ذاتها تسبب خسائر بالغة يستحيل معها إسترداد ماصرف على إنشاء ورعاية المزرعة وعملية إستصلاح التربة أثناء وجود الأشجار قد تكون مستحيلة أو تسبب تكاليف باهظة تؤدى إلى نقص فى إنتاج المحاصيل، لذلك يحسن قبل زراعة التربة بأشجار الفاكهة إجراء الاختبارات والتحاليل الكافية على القطاع الأرضى بأكمله .

ومن المعروف أن نظرية زراعة أشجار الفاكهة فى الأراضى الغير خصبة أفضل من زراعة محاصيل الحقل أو الخضر، جاء ذلك نتيجة نجاح أشجار الفاكهة

فى تلك الأراضى مع الحصول على محاصيل جيدة نسبياً وكذلك زيادة فى عائد الربح فى حالة إستغلال هذه الأراضى بالفاكهة عن زراعتها بمحاصيل الحقل مثل القمح أو الذرة، كما لوحظ أنه عند إستغلال الأراضى الخصبة التى تجود فيها زراعة محاصيل الحبوب بأشجار الفاكهة إزداد النمو الخضرى لأشجار الفاكهة وربما كانت هذه الزيادة على حساب النمو الثمرى، ومن المعروف أن أشجار الفاكهة ذات مجموع جذرى عميق وكبير نسبياً ، لذلك يعتبر قوام التربة عامل هام فى زراعة الفاكهة ، والملاحظ أن معظم أشجار الفاكهة تتحمل اختلافات واسعة فى تفاعل أو تأثير التربة ولو أن معظمها يتحمل الحموضة النسبية وقد يحسن نموها فى الوسط الحامضى فى التربة ، ويؤثر تفاعل التربة على نمو النبات عن طريق تأثيره على نشاط البكتريا النافعة وخاصة البكتريا المثبتة للنتروجين ، فعادة يقف عمل هذه البكتريا فى حالة حموضة التربة الشديدة وخاصة المصحوبة بانخفاض فى درجة الحرارة،.

ويمكن القول عامة بخصوص تركيز أيون الأيدروجين لبعض حاصلات الفاكهة الآتى :

1- الموالح : يناسبها pH بين 5 - 8 وتجود الموالح فى غالبية أنواع الأراضى .

2- المانجو: تعتبر حساسة للملوحة ويناسبها pH بين 5.5-7.5 وتنجح زراعتها فى الأراضى الغنية بالجير وأكاسيد الحديد.

3- الزيتون : يجود فى الأراضى الخفيفة ويمكن زراعته بنجاح فى الأراضى الفقيرة ويتحمل الملوحة والجفاف بدرجة كبيرة ويناسبه بينpH 5 - 8 .

4- النخيل: يمكنه مقاومة القلوية الشديدة فى التربة كما يتحمل الملوحة بدرجة تفوق معظم أشجار الفاكهة الأخرى ويناسبه pH بين 5.5 - 8.5 .

5- الموز: يحتاج إلى الأراضى الحسنة الصرف جيدة التهوية عالية الخصوبة ويناسبه pH بين 4.5 -7.5 ويمكن زراعته فى الأراضى الجديدة مع إستخدام الرى بالتنقيط .

6- الزبدية : لاتتحمل سوء تهوية التربة ويناسبها pH بين 5 - 7.5 .

7- الأناناس : يجود فى الأراضى الحامضية ذات pH بين 4.5 - 5.5 .

8- العنب : يجود فى الأراضى الطينية العميقة الجيدة التهوية ويناسبه pH بين 5.2 - 6.8 كذلك يجود فى الأراضى الرملية.

9- التفاح : يتحمل رداءة تهوية التربة بدرجة تفوق معظم أصناف الفاكهة المتساقطة الأوراق . يناسبه pH بين 5.3 – 8.5.

10- الكمثرى : تتحمل كثير من عوامل التربة الغير ملائمة ولكن لايمكنها تحمل زيادة نسبة الجير فى التربة حيث يعتبر الجير مسئول عن ظهور الإصفرار Choirosisويناسبه pH بين 5.5-7.2.

11- الخوخ والمشمش : لايتحمل القلوية الشديدة أو رداءة التهوية فى التربة ويناسبه pHبين 5.2 - 6.8.

12- اللوز: يحتاج لأراضى جيدة الصرف خفيفة القوام رقم pH لها بين 5- 8 وأشجار اللوز تنمو فى الأراضى الطينية الجيدة الصرف ولكنها لاتقاوم الأراضى الغدقة وهى أشجار مقاومة للجفاف ولذلك يزرع فى المناطق الغير متوفر فيها مصدر للمياه بإستمرار وهى مقاومة لحد ما للملوحة والقلوية .

13- التين : ينمو فى الأراضى الجيدة الصرف مابين الأراضى الرملية الناعمة إلى الأرض الطينية ورقم pH المناسب بين 5- 8 ، وهى أشجار حساسة للنيماتودا وهى متوسطة المقاومة للملوحة.

ويمكن القول عامة أن الأرض النموذجية للفاكهة هى التربة المائلة للحموضة قليلاً أو بعبارة أخرى يتراوح رقم pH لها بين 5.5 -6.5.

المراجع العربية

- إبراهيم السكرى و محمد الحلفاوى وحسن الشيمى. 1983. الأرض كبيئة لنمو النبات. الإسكندرية - مصر.
- حسن الشيمى ومحمد نجيب وأحمد فريد. 2004. إستصلاح الأراضى والرى والصرف. دار الطباعة الحرة – الإسكندرية – مصر.
- السيد أحمد الخطيب.2006. تلوث المياه. الإسكندرية، مصر.

عبدالمنعم بلبع. 1980. خصوبة الأراضى والتسميد. دار المطبوعات الجديدة.

المراجع الأجنبية

- Aly A.A. 2009. A comparative study of groundwater quality of different groundwater sources in some western desert oases in Egypt. ICWCAR'09. October 12 – 14, 2009.
- Ayers, R.S. and D.W. Westcot. 1985. Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper 29 (rev.1). FAO, Rome, Italy.
- Calvin C. 2007. Land Reclamation. Category: Ecology. http://scienceray.com/biology/ecology/land-reclamation/
- FAO. 1995. Planning for sustainable use of land resources: Towards a new approach, land and water bulletin 2. FAO, Rome, Italy.
- U.S. salinity laboratory staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soil. U.S. Dept. Agric. Hand book No. 60, 1609.

الرى

د.جابر محمد حسن

القسم الثانى: الرى

الباب الأول: مقدمة	١١٨
الباب الثانى: مياه الرى	١٢٦
مصادر مياه الرى:	١٢٧
١- مياه الأمطار	١٢٨
٢- المياه السطحية	١٢٩
٣- المياه الجوفية	١٣٥
الباب الثالث: نوعية مياه الرى	١٣٧
أولاً: مكونات مياه الرى	١٣٨
المكونات الذائبة	١٣٩
١- المكونات الكبرى	١٣٩
٢- المكونات الصغرى	١٤١
٣- المكونات العضوية وغير العضوية	١٤٣
ثانياً: تقييم مياه الرى والعوامل المؤثرة على صلاحيتها	١٤٤
١- التركيز الكلى للأملاح الذائبة	١٤٥
٢- تركيز الصوديوم	١٤٥
٣- تركيز البورون	١٤٦
٤- تركيز الكربونات والبيكربونات	١٤٧
٥- تركيز الكلوريد والكبريتات	١٤٨
الباب الرابع: علاقة الأرض بالماء	١٤٥
أولاً: الخواص الهيدروفيزيائية للأرض	١٥٠
أ- قوام الأرض	١٥٠
ب- بناء الأرض	١٥٠

ج- كثافة الأرض ١٥١
د- المسامية ١٥٢
هـ- الارتفاع الشعرى ١٥٣
و- النفاذية ومعدل التسرب ١٥٥
ثانياً: صور الماء بالأرض ١٥٦
ثالثاً: المحتوى الرطوبى للأرض وطرق التعبير عنه ١٥٨
رابعا: طرق قياس المحتوى الرطوبى بالأرض ١٦٣
أ- الطرق المباشرة. ١٦٣
ب- الطرق غير المباشرة ١٦٣
١- التنشومترات ١٦٣
٢- الكتل المقاومة للتوصيل الكهربى ١٦٤
٣- طريقة تشتت النترونات ١٦٥
٤- طريقة أشعة جاما ١٦٥
٥- طريقة TDR ١٦٦

الباب الخامس: علاقة الأرض والماء والنبات ١٦٧
احتياجات الرى للمحاصيل المختلفة ١٦٨
١- الاستهلاك المائى ١٦٩
أ- الطرق المباشرة ١٧٢
ب- الطرق الغير مباشرة ١٧٨
٢-الاحتياجات الغسيلية ١٨٢

الباب السادس: تخطيط شبكة الرى ومكوناتها الرئيسية ١٨٨
أولاً: تصميم شبكة الرى ١٨٩
ثانيا: توزيع المياه بشبكة الرى ١٩٤

الباب السابع: طرق إضافة الماء إلى الأرض ١٩٧
أ- الإضافة الطبيعية (الأمطار) ١٩٨
ب- الإضافة الصناعية (الرى) ١٩٨
١- الرى بالشرائح ١٩٩
٢- الرى بالأحواض ٢٠٠
٣- الرى بقنوات الرى الكنتورية ٢٠١
٤- الرى بالخطوط ٢٠١
٥- الرى بالسطور ٢٠٣
٤- الرى بالرش ٢٠٣
٥- الرى تحت السطحى ٢٠٥
٦- الرى بالتنقيط ٢٠٥
ج- فواقد الماء وكفاءة الرى ٢١٠

الباب الثامن: نماذج تطبيقية لنظم الرى بالمناطق المستصلحة حديثا ٢١٣
أ. النموذج الأول: أراضى منطقة النوبارية ٢١٤
ب. النموذج الثانى: أراضى منطقة البستان ٢١٩
ج. النموذج الثالث: أراضى منطقة بنجر السكر ٢٢١

الباب الأول

مقدمة

Introduction

إن الهدف من الرى هو الاحتفاظ فى التربة بنسبة رطوبة كافية للنمو الأمثل للنبات. وتوجد أماكن كثيرة من العالم تكون فيها الرطوبة متوفرة بالتربة من الأمطار أو من الماء الأرضى ولكنها غير كافية لحياة النبات طول فترة نموه أو حتى لجزء من الموسم المحصولى وفى خلال هذه الفترات يكون من الواجب تعويض هذا النقص عن طريق إضافة الماء إلى التربة. هذا الاستخدام للماء بصفة صناعية وإضافته للأرض لنمو المحاصيل المختلفة يسمى بعملية الرى. وعلى النقيض الآخر يوجد فى بعض الأماكن من العالم "أو على نطاق محلى فى كل مكان" أن تكون التربة مشبعة بالماء أو بها نسبة رطوبة زائدة بصورة غير صحية بالنسبة لنمو النبات. وقد تكون هذه الحالة موجودة طول فترة نمو المحصول أو فى جزء من موسم نموه. وفى هذه الحالة يكون الصرف الطبيعى غير متوفر ولهذا يجب عمل طرق صناعية أخرى للتخلص من هذه الرطوبة الزائدة من التربة. هذه الطرق الصناعية تقع تحت ما يعرف باسم الصرف والذى سوف يتم دراسته لاحقا. وقد يكون الاحتياج لعملية الصرف فى بعض الأراضى التى يستخدم الرى بها بكميات من الماء تكون زائدة عن الكمية التى يستهلكها المحصول فى بناء أنسجته النباتية وفى عمليات البخر والنتح. هذا الماء الزائد إذا لم يتم صرفه أولاً بأول عن طريق الصرف الطبيعى فإنه قد يتجمع ويحتاج إلى صرفه صناعياً، هذا الصرف يكون مكملاً لعملية الرى. وفى بعض الأماكن الأخرى من العالم تتكفل الطبيعة نفسها بالقيام بإمداد النبات بحاجته من الرطوبة اللازمة عن طريق الأمطار التى توزع على طول فترة موسم نمو المحصول ويكون بناء التربة وكذلك طبوغرافيتها متكفلاً بعملية الصرف ويكون فى هذه الحالة الهدف من الرى والصرف هو المساعدة فى اكتمال هذه العمليات الطبيعية للوصول إلى نسبة الرطوبة المناسبة للحصول على الإنتاج أو النمو الأمثل للمحاصيل المختلفة. وقبل استخدام الرى نبدأ فى استصلاح الأراضى الزراعية على النحو التالى:

أ- إعداد الأرض للزراعة أو لاستقبال ماء الرى بكفاءة.

ب- إزالة الأملاح الزائدة من عمق الجذور وعمق أسفله منه.

ج- إعادة توزيع الملوحة خلال قطاع التربة والتى تكون ناتجة من عمليات الرى أو من العمليات الزراعية الأخرى.

لهذا فيكون من اللازم تسوية التربة ما عدا فى الأراضى المنبسطة وذلك حتى يمكن

ضمان توزيع ماء الرى لطبقة رقيقة على كل المساحة وفى وقت واحد أو تخطيط المساحة فى خطوط ذات انحدار بسيط وأول خطوة تجرى للأراضى التى تستصلح ويستخدم فيها الرى لأول مرة أن تزال منها كل الشجيرات والنباتات العشبية النامية والأشجار أما فى أراضى المناطق الجافة والتى لا توجد بها نباتات أو أشجار لندرة الماء فنجد أن هذه الخطوة تستبعد ولكن تحل محلها خطوة إزالة الأملاح من الطبقة السطحية حيث أنه فى المناطق الجافة نجد أن الأملاح تكون متجمعة بداخل قطاع التربة مما يستدعى غسيل الأملاح لأسفل قبل استخدام هذه الأراضى فى الزراعة والرى حتى تنجح عملية الاستصلاح. بعض نظم الرى الزراعية فى المناطق الجافة وشبه الجافة تغير من التوزيع الطبيعى للأملاح فى داخل قطاع التربة حيث تؤدى إلى رفع الأملاح من الطبقات السفلى إلى منطقة الجذور ثم إلى أعلى السطح مما يستلزم إزالة هذه الأملاح إلى أسفل بينما فى المناطق الرطبة جداً أو المناطق ذات الصرف الطبيعى الجيد نجد أن الأملاح تغسل لأسفل عمق الجذور. ويجب الأخذ فى الاعتبار أن عملية إزالة الأملاح إلى أسفل أو ما يعرف باسم عملية الغسيل هذه يجب أن تتم تحت نظام صرف جيد بدرجة كافية وإلا يؤدى ذلك الغسيل إلى تغير توزيع الأملاح وتجمع المياه وارتفاع مستوى الماء الأرضى فى المنطقة.

من هذا يتضح أن الرى والصرف والاستصلاح يجب أن ينظر إليهم أنهم عمليات مكملة لبعضهم البعض. فللحصول على أحسن النتائج فى عملية الاستصلاح يجب أن ينظم التوازن ما بين الرى والصرف وذلك للوصول إلى الكمية المناسبة للرطوبة الصالحة المتاحة للمحاصيل المختلفة وذلك فى مختلف مراحل النمو. وأيضا للابقاء على خصوبة التربة عاماً تلو الآخر يجب التخلص من الأملاح الضارة والتى قد تتراكم فى عمق الجذور ويجب توزيع هذه الأملاح فى قطاع التربة بحيث لا تضر بالمحصول . والتقصير فى هذه العمليات المتكاملة أو إحداها يسبب خسارة كبيرة جداً فى المستقبل، وعلم الرى الان ينظر إليه بعين الاهتمام كأساس لعمليات استصلاح واستزراع الأراضى. فعمليات الرى والصرف والاستصلاح تهدف إلى تحسين وتطوير اثنين من أهم مصادر الثروات الطبيعية فى العالم وهى الأرض والماء. فيجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن هذين المصدرين من مصادر الثروة الطبيعية يعتبروا أساس الحضارات وأيضا بقاء البشرية جميعها. فهذه

الثروات يجب أن يتصرف فيها بعقل وحكمة على أن توفر كل الطرق والسبل لتحسينهم وتطويرهم وذلك لمواجهة التزايد السكانى الضخم فى العالم.

وكثيرا من الحضارات السابقة لم تنتبه إلى أهمية كل من الرى والصرف وحسن استخدام الأرض والماء وبادت هذه الحضارات وتقوضت لهذا السبب مثل حضارات بابل فى سوريا وقرطاجة فى شمال أفريقيا.

ويجب ألا ينظر إلى الرى والصرف والاستصلاح كعمليات هامة على المدى القريب فقط وذلك من الناحية الاقتصادية لأى بلد فى العالم ولكن يجب أن تفحص وتدرس على المدى البعيد أيضا وذلك للتخطيط لتفادى تأثير هذه العمليات فى المستقبل.

وأهمية الرى تختلف بإختلاف الظروف الجيولوجية والجيوفزيائية والمناخية فى الأماكن المختلفة من العالم.

ففى المناخ المعتدل مثل مناطق وسط أوربا وشرق الولايات المتحدة والتى يسقط عليها المطر بطريقة منتظمة وموزعا على مدار موسم نمو المحاصيل نجد أن الرى لم يكن معروفا لديهم حتى وقت قريب. ففى خلال العشرين سنة الماضية بدأ فقط فى إستخدام الرى التكميلى فى شرق الولايات المتحدة وذلك لزيادة إنتاج محاصيل الحدائق المختلفة.

وعلى النقيض الآخر نجد أن فى المناطق الجافة وشبه الجافة حيث يندر المطر نجد أن الرى يعنى الحياة فبدون إمداد صناعى بالماء لا تنبت المحاصيل وتقل الخضرة.

وبين هذين الحدين على امتداد العالم يوجد مدى واسع لظروف رى مختلفة ويمكن تقسيمهم إلى التالى:

أ- فى المناطق الجافة يعتبر الرى المصدر الأساسى للمياه طوال العام.

ب- فى المناطق الجافة وشبه الجافة يعتبر الرى الامداد المنتظم لتعويض نقص الأمطار خلال المواسم الزراعية المختلفة.

ج- فى بعض المناطق الاستوائية والتى تكون فيها الأمطار محدودة عموما فى ثلاثة أو أربعة أشهر من العام يستخدم الرى فى زراعة المحصول الثانى فى موسم الجفاف.

د- فى المناطق الشبه رطبة يعتبر الرى تأمينا ضد ظروف عدم سقوط المطر.

هـ- فى المناطق الرطبة يعتبر الرى كمقياس لزيادة إنتاج المحاصيل والتى تحتاج إلى مصدر دائم ومنتظم من الماء غير المياه المضافة طبيعيا.

عموما وعلى المستوى العالمي، فقد بدأ إستخدام الرى فى الزراعة غالباً عندما بدأ الإنسان فى تكييف نفسه للحياة الاجتماعية وتحت الظروف المناخية المختلفة فـى بعـض الأماكن من العالم حيث إتضح أن الرى كان مصاحباً لتنظيم المجتمع. ويـذكرنا التـاريخ باستخدام الرى من الأبار والخزانات والقنوات على مدى العصور المختلفة. والدليل علـى ذلك وجود بعض الآثار والتى تدل على بعض الأعمال الإنشائية الخاصة بـالرى والتـى بنيت منذ مئات وفى بعض الأحوال منذ آلاف السنين فى مناطق بالصين ومصر والهنـد والعراق وفلسطين وايطاليا وفى بلاد أخرى عديدة. ففى مصر ارتفع أكبر وأقدم سد فـى العالم يبلغ طوله أكثر من ١٠٠ متر وارتفاعه ١٢ متر وذلك منذ خمسة آلاف عام وذلـك لتخزين الماء للشرب والرى. كما أنشأ أول خزان موسمى فى التاريخ فى عصر امنحتـب الثالث حيث استخدمت بحيرة مويس لتخزين مياه الفيضان وذلك بإحاطتها بجـسر طولـه نحو مائة واثنى عشرة كيلو مترا ووصل بينهما وبين النيل بترعتين علـى كـل منهمـا قنطرتين واحدة لتخزين المياه بالبحيرة والاخرى لتصريف المياه. والرى الحوضى ادخـل فى حوض نهر النيل منذ ٣٣٠٠ سنة قبل الميلاد وحتى عهد قريب كان يلعب دورا هامـا فى الزراعة المصرية إلا أنه بعد السد العالى تحول الى رى دائم. وتوجـد أيـضا آثـار لأعمال إنشائية للرى فى حوض نهر دجلة والفرات بالعراق فى عصور متعاقبة سـابقة. والأبار والخزانات والقنوات المتفرعة من الأنهار كانت معروفة كمصدر لمياه الرى فـى الهند منذ الأف السنين. وخلال النصف الأول من القرن التاسع عشر بدأ فى إنشاء مشاريع الرى الكبرى فى مناطق مختلفة من العالم ونذكر منها على سبيل المثال:

إعادة بناء نظام الرى فى دلتا كوفارى فى جنوب الهند (فى المنطقة الاستوائية) وقنـوات بادينا فى الشمال سنة ١٨٢٥ وايضا نظام القنوات والترع العميقة الذى بنى فـى مـصر العليا سنة ١٨٢٦. والجدول التالى يبين ملخص للمساحات التقريبية المروية فـى الـبلاد المختلفة من العالم وذلك فى نهاية القرن التاسع عشر.

المساحات المروية فى البلاد المختلفة من العالم وذلك فى نهاية القرن التاسع عشر

البلد	المساحه المروية
الهند وباكستان	١٧مليون هكتار
الاتحاد السوفيتى	٤ مليون هكتار
الولايات المتحدة الامريكية	٣ مليون هكتار
مصر	٢,٤ مليون هكتار
اليابان	٢ مليون هكتار
إيطاليا	١,٦ مليون هكتار

وقدرت كل المساحة المروية فى العالم فى نهاية القرن التاسع عشر بحوالى ٤٠ مليون هكتار. وهذه المساحة تمثل خمسة أضعاف المساحة المروية فى بداية القرن التاسر عشر. ولكن نظرا للتطور والتقدم الكبير فى علم الهيدروليكا والتطور فى طريقة التخطيط والبناء والتنفيذ فى مشاريع الرى الكبرى فقد بدأ أول القرن الحالى بزيادة المساحة المروية من العالم إلى أربعة أضعاف حتى بلغت ١٦٠ مليون هكتار موزعة كالآتى:

١١٠ مليون هكتار فى أسيا، ١٧ مليون هكتار فى شمال أمريكا، ١٣ مليون هكتار فى الاتحاد السوفيتى، وفى أوربا ١٢ مليون هكتار وأفريقيا حوالى ١٠ مليون هكتار وجنوب أمريكا أقل من ٤ مليون هكتار وفى استراليا ونيوزيلندا والشرق الاقصى أزيد من المليون هكتار بقليل وفى سنة ١٩٧٥ ارتفعت المساحة المروية في العالم الى ما يزيد عن ٢٠٠ مليون هكتار ومتوقع أن تزيد المساحة المروية فى نهاية هذا القرن الى ٣٠٠ مليون هكتار.

وعلى المستوى الأقليمى، تعتبر مصر من أعرق وأقدم الدول فى العالم التى استخدمت الرى فى الأراضى الزراعية وحوالى ٨٠% من المساحة المنزرعة بمصر تروى بمياه النيل. والمحصول الزراعى الرئيسى والذى تتخصص فى زراعته مصر هو القطن والتى تمثل المساحة المنزرعة منه ٣٥% من المساحة الكلية التى تعطى عائدا سنوياً قدره ٦٠% من الانتاج الزراعى والخصوبة العالية للأرض الزراعية والتى بدأت فى التدهور الآن والتى كانت تسمد بغرين نهر النيل كل عام والخبرة فى الرى، كل هذه العوامل أدت الى امكانية زراعة محصولين أو ثلاثة محاصيل فى العام والتى لا تتوفر فى

كثير من دول العالم. لهذا تركزت الجهود ويجب أن تتركز من أبناء مصر لرفع إنتاجية هذه الأراضى من جديد واستغلال هذه الامكانيات المتاحة لاقصى حد ممكن خاصة اذا علمنا أن نصيب متوسط الفرد من الاراضى الزراعية تدهور تدريجيا حتر وصل الى ٠,١٦ فدان خلال عام ١٩٧٨ وأن تعداد مصر المتوقع عام ٢٠٢٥ سيبلغ ١٠٠ مليون نسمة وللمحافظة على هذا النصيب الضئيل للفرد من الارض الزراعية سوف يستلزم زيادة المساحة من الارض الزراعية زياده مطردة. ولكن اتضح أن تطور جميع فروع الزراعة بمصر مرتبطا كليا بكمية المياه المتوفرة والتى نحصل عليها من النيل. فنهر النيل فى وقت الفيضان نجد أنه كان يلقى بكميات كبيرة جدا من مياهه فى البحر الأبيض المتوسط وأقصى تصرف له بلغت كميته ١٨٥ مليار متر مكب فى موسم ١٨٧٨ – ١٨٧٩، ولكى يمكن تخزين ولو جزء من هذه المياه والتى تمثل ماء الحياة للاراضى الزراعية فى فترة الربيع والصيف بنى فى عام ١٨٨٩ – ١٩٠٢ م خزان أسوان. وكان أول ارتفاع لخزان أسوان ٢٠ مترا وكان يحجز كمية من المياه قدرها ٩٨٠ مليون مترا مكعبا ممتدة الى مسافة ٢٢٥ كيلو مترا. فى عام ١٩٠٧ – ١٩٢١ م تم تعلية الخزان ٥ أمتار والتى أدت الى زيادة كمية المياه المخزونة الى٢,٤ مليار متر مكعب وزادت المسافة التى تمتد اليها المياه المخزنة الى ٢٨٥ كيلو متر. فى عام ١٩٢٩ – ١٩٣٤م تم تعلية الخزان ٩ أمتار أخرى. هذه التعلية زادت كمية المياه المخزنة الى ٥ مليار مترمكعب والمياه المحجوزة امتدت الى مدينة وادى حلفا والتى تبعد ٣٥٠ كيلومتر جنوب أسوان وقد استخدم فى بناء جسم خزان أسوان كمية قدرها ١,٥ مليون متر مكعب من الاحجار ولتقدير هذه الكمية من الحجارة فإن كمية الاحجار التى استخدمت لبناء هرم خوفو الأكبر كانت ١,٥ مليون متر مكعب. وطول الخزان ٣ كيلو متر به ١٨٠ بوابة للمياه كل بوابة تنقسم الى منسوبين. وهذه البوابات كلها تفتح فى شهر يوليو فى أيام الفيضان وذلك للسماح لمياه النيل والمحملة بالغرين لغمر الاراضى ومدها بالطمى. وفى بداية شهر أكتوبر تقفل هذه البوابات ويبدأ فى ملاء الخزان وفى بداية الربيع عندما لا تكفى كمية المياه للرى يبدأ فى أخذ المياه المخزنة من الخزان. ولكن مياه خزان أسوان لم تكن تكفى حاجة الأراضى من المياه وذلك خلال الخمسين سنة التى أعقبت بناء الخزان. حيث زاد عدد السكان زيادة مطردة وأصبح إنتاج هذه الاراضى بهذه الكمية من المياه

غير قادر على الوفاء بإحتياجات الشعب من المواد الغذائية وأصبح مضطرا لاستيراد المواد الغذائية على حساب خطة إنتاجه الصناعى وتطوره والتزاماته الحياتية الاخرى. ومشكلة مد هذا العدد المتزايد من السكان بالمواد الغذائية المختلفة تتلخص فى زيادة مساحة الرقعة الزراعية والتطور الصناعى والذى لا يمكن تحقيقه سوى بتوفير مصدر الطاقة الكهربائية. ولهذا لجأنا مرة أخرى لحل هذه المشكلة إلى نهر النيل حيث بدأ فى التفكير فى بناء السد العالى والذى بدأ فى بناؤه فى عام ١٩٦٠ على مسافة قدرها ٦,٥ كيلو مترا جنوب خزان أسوان السابق. وبلغ ارتفاعه ١١١ مترا فى مجرى النهر، ٤٠ – ٥٠ مترا على شاطئيه. ويبلغ طوله حوالى ٥ كيلومتر. وقد استخدم فى بناء جسم السد كمية من حجر الجرانيت والرمل قدرها ٤٢,٥ مليون مترا مكعبا وهذه تمثل ١٧ مرة قدر كمية الاحجار التى استخدمت فى بناء هرم خوفو. وكمية المياه التى يحجزها السد العالى تبلغ ١٢٠ مليار متر مكعب والتى تمتد الى ٥٠٠ كيلو متر وتبلغ مساحتها ٣٠٠٠ كيلو متر مربع. بالاضافة الى حجز هذه الكمية من المياه فهناك فوائد عديدة ومختلفة من بينها الطاقة المولدة التى تبلغ حوالى ١٠ – ١٢ مليار كيلووات/ساعة.

وتجرى حاليا وزارة الرى مشاريع بحثية هامة تتعلق بالاستفادة الكاملة بمياه نهر النيل وتنمية مواردها الى الحد الاقصى مع المحافظة على مجرى النهر. ومن بين هذه المشاريع دراسة تنمية الموارد المائية بأعالى النيل. وقد حصلت مصر علىحصة زائدة من المياه تقدر بحوالى ٢ مليار متر مكعب وذلك عام ١٩٨٢ نتيجة لتنفيذ المرحلة الاولى من قناة هونجلى.

المصدر الثانى للمياه فى مصر هو المياه الجوفية. واستخدام المياة الجوفية فى مصر ما زال فى صورة غير جدية فى الوقت الحالى ولكن يتوقع أن يكون فى المستقبل ذو أهمية بالغة وخاصة وأن التوسع سيكون فى الاراضى الصحراوئية والتى يصعب توصيل مياه النيل لها والتى ستعتمد اعتمادا كليا على المياه الجوفية. وتبلغ الكمية المستغلة سنوياً من المياه الجوفية حوالى ٢ مليار متر مكعب ومتوقع أن تزيد فى المستقبل. والؤلفون فى سبيلهم الى اصدار كتاب عن استخدامات المياه الجوفية فى الأغراض الزراعية فى المستقبل القريب ان شاء الله.

الباب الثانى

مياه الرى

Irrigation Water

يعتبر الماء أهم الثروات الطبيعية والذى لولاه ما كانت هناك حياه على وجــه الأرض ولهذا يجب المحافظة على هذه الثروة وأن تستغل الاستغلال الامثل للحصول على أكبــر قدر ممكن من الانتاجية الزراعية وكذلك للحصول على أعلى عائد من الوحــدة الواحــدة منه. ولهذه الأسباب يجب التعرف على مصادر مياه الرى وكذلك تقييم نوعيتهــا ومــدى صلاحيتها لأغراض الزراعية.

مصادر مياه الرى Irrigation water resources

من المعروف ان مصادر المياة عديدة وتختلف طبيعتها ودرجــة اســتغلالها حــسب نوعيتها ويرجع الأصل فيها كما سبق الى مياه الامطار والهطول Precipitation بصوره المختلفة من برد وجليد وندى وضباب والتى تسقط بكميات متفاوته على المناطق المختلفة من العالم مكونة مصدرا من مصادر المياه هو المياه السطحية والتى تتمثل فــى الأنهــار التى تتكون من سقوط كميات كبيرة من الأمطار على أماكن منابعها وتسمى فى هذه الحالة بالأنهار المطرية. أو التى تتكون نتيجة لحدوث انصهار الجليد فى بعض المناطق الجبليــة وتعرف فى تلك الحالة باسم الانهار الجليدية أو الثلجية. أما الجزء من الميــاه الــسطحية الذى يتسرب إلى باطن الأرض فيكون مصدرا آخر من مصادر المياه الهامة وهو الميــاه الجوفية والتى تختلف درجة استغلالها حسب عمقها ودرجة ملوحتها.

وتوجد مصادر أخرى لمياه الرى أقل أهمية من المصادر السابقة من بينها مياه البحر. فمياه البحر يمكن استغلالها وذلك بتحليتها عن طريق اســتخدام الأغــشية الاختياريــة أو الأيونات التبادلية. واما بتقطيرها بواسطة استغلال الطاقة الشمسية أو الطاقــة النوويــة. وعلى سبيل المثال تستغل الان المحطة النووية على الساحل الشمالى الغربى فى منطقــة الضبعة فى تحلية مياه البحر. والذى يعيب هذه المصادر هو ارتفاع تكلفة انتــاج الوحــدة الواحدة من المياه مما يتطلب أن تستعمل هذه الوحدة بطريقة مثلى لتغطى تكلفتها وتعطــى عائدا كبيرا.

.كما أن المحاولات تجرى للاستخدام المباشر لمياه البحر ومياه أخــرى ذات ملوحــة عالية فى رى بعض المحاصيل الزراعية. ففى الولايات المتحدة الامريكية امكن زراعــة الشعير والقمح والطماطم وذلك بريهم من مياه المحيط مباشرة وقد اقترب محصول الشعير الذى روى بمياه ذات درجة ملوحة عالية من المتوسط العالمى.

والنوع الاخر من المصادر هو المياه المعاد استخدامها أو ما يعرف باسم reusing water وتشمل هذه المياه مياه المصارف الخارجة من الاراضى الزراعية المختلفة وكذلك مياه خوارج المدن والمصانع والصرف الصحى وعلى سبيل المثال فقد قدرت كمية مياه المصارف التى تنساب الى البحر سنوياً من الاراضى الزراعية بمصر بنحو ١٤,٥ مليار متر مكعب.

وفيما يلى أمثلة لبعض هذه المصادر ومدى توفرها فى مصر:

١- مياه الأمطار Rain water

تتزايد أهمية هذا المصدر من المياه خاصة فى المناطق الجافة حتى ولو سقطت كميات قليلة منه فمثلا كمية قدرها ١٠ مم من الأمطار تمثل ١٠ ألاف متر مكعب على الكيلو متر المربع. ولاستغلال هذا المصدر من المياه يتم جمعأو حصاد الأمطار Rainwater harvesting وذلك فى المناطق التى تكون المصادر الاخرى للمياه محدودة أو مرتفعة التكاليف أو يتعذر حفر أبار للمياه الجوفية نظرا لعدم ملائمة التركيب الجيولوجى للمنطقة أوارتفاع تكاليف الحفر. ويكون جمع الامطار مناسبا للتوسع فى زراعة مساحات من الأراضى. ومنذ زمن بعيد فطن الرومان الى ذلك وقاموا بتصميم ما يعرف بإسم الابار الرومانية لجمع مياه الأمطار بالصحراء الغربية بمصر فى أحواض معدة لذلك. والمزارع الحديث أيضا بدأ فى جمع مياه الأمطار وذلك فى استراليا فقد وجد فى عام ١٩٢٩ أنه من مساحة قدرها ٢٤٠٠ متر مربع تسقط عليها الأمطار بمعدل ٣٠٠ مم فى السنة أمكن جمع كمية من المياه تكفى لاحتياجات ٦أشخاص و ١٠ خيول وبقريتين و ١٥٠ رأس غنم ويمكن جمع مياه الأمطار فى المناطق التى يكون معدل سقوط الأمطار السنوى حتى ٥٠ - ٨٠ مم. وأراضى الـ Loess أو شبيه الـ Loess والتى تنتشر فى الأراضى الصحراوية تكون مناسبة لجمع مياه الأمطار وذلك لأنها بعد فترة قصيرة من سقوط الأمطار تكون قشرة Soil crust تقلل من رشح المياه لأسفل وتساعد على جمع مياه الجريان السطحى.

وفى مصر نجد أنه يمكن جمع المياه الساقطة على كل من الساحل الشمالى الغربى وكذلك شبه جزيرة سيناء والجدول التالى يبين كمية الأمطار الساقطة على هذه المناطق المختلفة لبيان مدى أهمية إمكانية استغلال هذا المصدر للمياه.

المتوسط السنوى لكمية مياه الأمطار الساقطة على منطقتى الساحل الشمالى الغربى وشبه جزيرة سيناء

الساحل الشمالى الغربى	مم	شبه جزيرة سيناء	مم
١- السلوم	١١٤	١- العريش	٩٧
٢- سيدى برانى	١٥٦	٢- رفح	٣٠٤
٣- مرسى مطروح	١٥٤	٣- غزه	٣٤٨
٤- فوكه	٩٠	٤- القسيمه	٣٧
٥- الضبعه	١٢١	٥- النخل	٢٦
٦- برج العرب	١٤٧	٦- الطور	١٣
٧- المتوسط	١٣٠	٧- المتوسط	١٣٧

وأحيانا يتم جمع مياه الأمطار بطريقة سهلة وذلك بعمل حفرة كبيرة فى الأماكن المنخفضة تتجمع فيها مياه الجريان السطحى وقد تحتاج هذه الطريقة الى بعض التعديلات منها جعل سطح التربة غير منفذ. وذلك لتقليل لتقليل الرشح لأسفل وذلك بانشاء مجارى مائية Ditches سواء بحفرها أو بتحديدها بواسطة الأحجار والصخور ليسير خلالها الماء أو بالمعالجة الكيماوية لسطح الأرض باستخدام املاح الصوديوم أو الشمع أو مواد أخرى. ومن مميزات هذا المصدر من المياه أنه لا يحتاج الى مصدر للطاقة للحصول علية وما يعيبة انه يعتمد على الظرف المناخية فقد يفقد فى سنوات الجفاف. وعلى سبيل المثال، قدرت كمية مياه الأمطار التى يمكن جمعها من الجريان السطحى على الساحل الشمالى الغربى بحوالى ٣٤ مليون متر مكعب فى السنة يستغل منها حوالى ١٠% فقط والباقى يذهب الى البحر.

٢- المياه السطحية Surface water

يعتبر هذا المصدر أهم مصادر مصادر الرى والذى يتمثل فى مياه الانهار. وتعرف

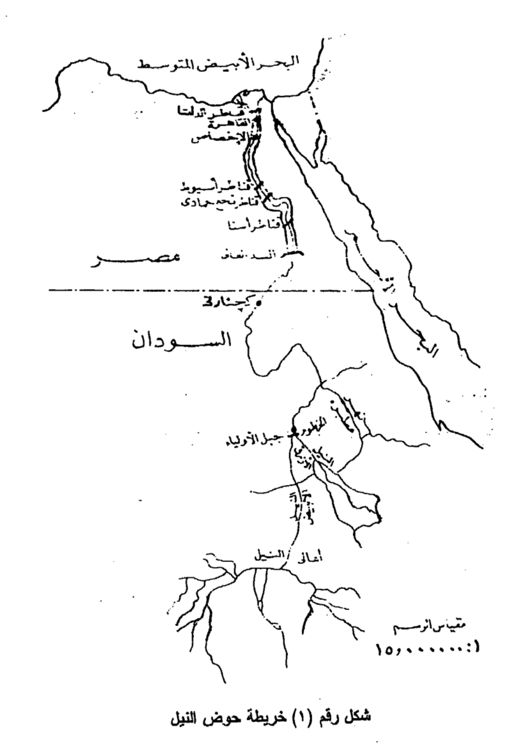
كمية المياه المارة في وحدة الزمن في النهر بإسم تصرف النهر River disharge.
وتصرف النهر لا يكون منتظما وبالتالى يختلف منسوب النهر من يوم لاخر. وبطريقة أخرى يمكن القول أن رجيم النهر يتغير شكله من عام لاخر.

بالنسبة لنا فى مصر فالمصدر الرئيسى والأساسى للمياه لنا هو نهر النيل. وينبع نهر النيل من منطقة خط الاستواء حيث يغذيه ثلاثة أنهار هى النيل الأزرق والنيل الأبيض وعطبرة ويبلغ طوله ٦٦٩٠ كيلو متر. وتتجمع مياهه من مساحة قدرها ٢٨٥٠٠٠٠ كيلومتر مربع (أشكال ١ و ٢).

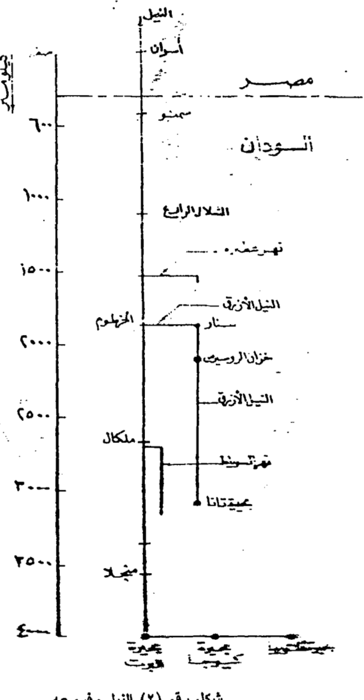
فعند الخرطوم وعلى مسافة قدرها ١٦٠٠ كيلو متر من القاهرة يصب النيل الأزرق والذى ينبع من الحبشة. النيل الأبيض ينبع من بحيرات أوغندا وعلى بعد ٩٦ كم من شمال الخرطوم يصب فى النيل نهر عطبرة والذى ينبع من الحبشة أيضا والجدول التالى يوضح كميات المياه التى يشارك بها كل نهر فى نهر النيل كل عام.

اسم النهر	كمية المياه التى يشترك بها	نسبتها السنوية %
النيل الأزرق	٤٨٠٠٠ مليون متر مكعب	٥٨,٦٠
النيل الأبيض	٢٣٧٠٠٠ مليون متر مكعب	٢٨,٩٠
نهر عطبره	١٠٣٠٠ مليون متر مكعب	١٢,٥٠
المجموع الكلى	**٨٢٠٠٠ مليون متر مكعب**	١٠٠

وفى فترة الفيضان من أغسطس حتى أكتوبر نجد ان الكمية الأساسية من مياه النيل ٧٠,٣% تصل من النيل الأزرق. والنيل الأبيض يعطى ١٢,٢% بينما نهر عطبرة يعطى ١٧,٥%. ومن شهر فبراير حتى يونيو الذى يغذى النيل بنسبة أكبر هو النيل الأبيض حيث يمثل ٤٦,٩% ومن النيل الأزرق ٣٠,٧% ومن نهر عطبرة ٤,٧% وكمية الأمطار التى تسقط على الحبشة تؤثر تأثيرا بالغا على كمية المياه بالنيل الأزرق حيث يتضاعف حجم المياه الى ٤٠ مرة فى شهرى يوليو وأغسطس بمقارنتها بتصرف النهر فى شهر أبريل.



شكل رقم (١) خريطة حوض النيل

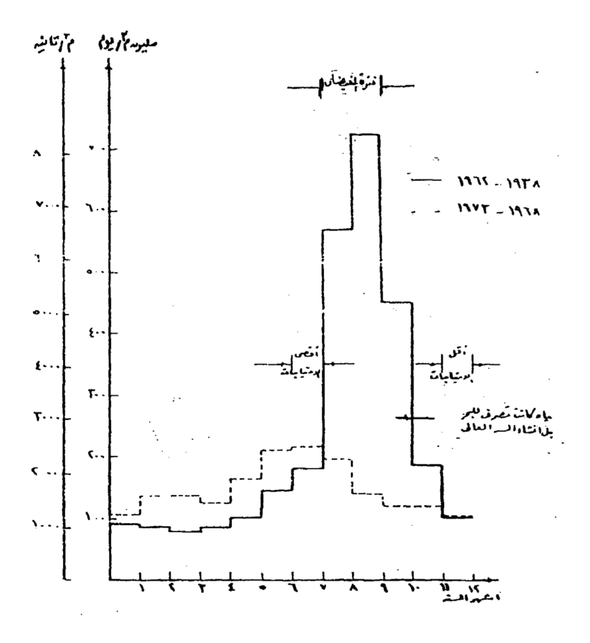


شكل رقم (٢) النيل وفروعه

وأما النيل الأبيض فأمداده لنهر النيل يكون بصورة منتظمة حيث يأخذ مياهه من مخزون المياه فى بحيرات فكتوريا والبرتا. وفى الفترة من فبراير حتى يوليو يتحكم فى نهر النيل تحكما كاملا بواسطة الخزانات والمسود القائمة. وقد كان قبل بناء السد العالى يبدأ الفيضان فى مصر من أغسطس حتى يناير ولو أن أعلي تصرف يكون فى شهر سبتمبر. فعند هذا الوقت كان يصل الى القاهرة يوميا كمية قدرها ٦٠٠ مليون متر مكعب وأكثر وعندما يصل الى أقصى كمية يبدأ منسوب نهر النيل فى الهبوط ببطىء، هذا الانخفاض يستمر حتى منتصف ديسمبر ثم يبدأ الهبوط الشديد وبعدها يتذبذب المنسوب بصورة غير محسوسة حتى شهر أبريل حيث تلاحظ أقل كمية مياه في النهر حيث تبلغ ٥٠ مليون متر مكعب يوميا. وكما يتضح من شكل رقم (٣) والذى يوضح تصرفات النيل خلف أسوان قبل وبعد إنشاء السد العالى يمكن مقارنته بالاحتياجات المائية فى فترة أقل احتياجات وأقصى احتياجات لتوضيح حجم المياه التى كانت تصرف للبحر والآن تخزن خلف السد. ودراسة رجيم نهر النيل تبين أن أقصى تصرف خلال ٨٥ سنة الماضية كان فى عام ١٨٧٨ حيث بلغ ١٨٥ مليار متر مكعب وأقل تصرف لوحظ فى عام ١٩٠٣ إذ بلغ ٤٢ مليار متر مكعب. ويلاحظ أن نهر النيل فى القرن الحالى ينقل كمية من المياه أقل بمقارنة تصرفه فى النصف الثانى من القرن الماضىوهذا يفسر حالة الجفاف الحالية التى تعانى منها أفريقيا.

وأما بناء السد العالى فقد نصت اتفاقية مصر والسودان على توزيع المياه كالتالى:

الأحتياجات والتوزيعات المائية بين مصر والسودان	مليار م٣ سنويا
١- متوسط كمية المياه التى تصل اسوان	٨٤
٢- الاحتياجات المائية الحالية لمصر	٤٨
٣- الاحتياجات المائية للسودان لمشروع الجزيرة	٤
٤-١الاستهلاك الكلى للمياه	٥٣
٥- الفائض من المياه	٣٢
٦- الفاقد بالبخر من الخزانات	١٠
٧- الكمية المضافة الفعلية	٢٢



شكل رقم (٣) منحنى التصرفات خلف أسوان قبل وبعد إنشاء السد العالى

٣- المياه الجوفية Ground water

من المعروف أن الصخور المكونة للقشرة الأرضية تحتوى على مجموعة من الفراغات وهذه تكون بين حبيبات الرمل والزلط والحصى أو على صورة شقوق فى صخر الجرانيت أو الصخور الصلدة أو فى صورة ممرات ومجارى ناتجة من عمليات الإذابة فى الصخور الجيرية وغيرها. كل هذه الأنواع من المسام تكون ممتلئة بالمياه الجوفية. والطبقات الممتلئة بالمياه الجوفية تعرف بإسم الطبقات الحاملة للمياه. وتكوين وتجميع المياه الجوفية يتوقف على عدة عوامل مثل ظروف التركيب الجيولوجى والمناخ وطبوغرافية المنطقة. وتمتد أسفل أراضى بلادنا عدة طبقات حاملة للمياه حيث يمكن أن تقسم من الناحية الهيدروجيولوجية الى عدة مناطق هى:

أ- **المياه الجوفية أسفل دلتا وادى النيل:** تتواجد فى الطبقات الرسوبية حيث يتراوح معدل تصرف البئر الواحدة من ٢٠٠ - ١٠٠٠ متر مكعب فى الساعة وتتراوح ملوحتها من ٠,٣ - ٣ جم /لتر.

ب- **المياه الجوفية بالساحل الشمالى الغربى:** تتواجد عدة أنواع من المياه الجوفية وعموما يبلغ تصرف البئر الواحد من ٠,٠١ - ٠,١ لتر فى الثانية ودرجة ملوحتهاتتراوح من ١ - ١٠ جم/لتر.

ج- **المياه الجوفية بالصحراء الشرقية:** يتواجد أيضا عدة أنواع. أهمها كمصدر للمياه هى مياه الشقوق للصخور المتحولة حيث يتراوح تصرف البئر الواحدة ٠,٠١ - ٠,٥ لتر فى الثانية وتبلغ ملوحتها ١ جم/لتر.

د- **المياه الجوفية بشبه جزيرة سيناء:** أيضا تتواجد بعدة أنواع. بالنسبة للمياه الجوفية الصالحة للاستخدام هى المياه بالطبقة السطحية حيث يبلغ تصرف البئر الواحدة ٠,١ - ١٠٠ لتر/ثانية وتتراوح ملوحتها من ٠,٥ - ٣ جم /لتر.

هـ- **المياه الجوفية بالصحراء الغربية:** يعتبر هذا المصدر للمياه الجوفية أهم مصدر للمياه يمكن التوسع فى إستخدامه لضخامة كمية المياه التى يحتويها. ويتمثل هذا المصدر فى خزان جوفى محصور يمتد أسفل الصحراء الغربية حيث يشغل ما يوازى نصف مساحة مصر الكلية. كما يمتد أيضا الى خارج الحدود المصرية لمسافات بعيدة حيث يصل فى الجنوب الى السودان وفى الغرب الى ليبيا وأما من الشمال فيحده

مرتفع جوفى. ويتكون هذا الخزان الجوفى من عدد من الطبقات الحاملة للمياه من الرمل والحجر الرملى النوبى. وتخرج مياه هذا الخزان فى عدد من المنخفضات الكبيرة هى الخارجة والداخلة والفرافرة وسيوة والقطارة - ومخزون المياه فى هذا الخزان تكون نتيجة لرشح وتجمع المياه في الطبقات الحاملة لها فى عصر المناخ الرطب الذى مر بالمنطقة. وأما تغذيته المستمرة فتأتى من رشح مياه الأمطار الساقطة على خط الاستواء وكذلك رشح المياه من حوض نهر النيل وبحساب حجم هذا الخزان الجوفى من حدود السودان حتى الواحات الخارجة والمشغول بالماء وجد أنه يبلغ ٦٦ × $١٠^{١٢}$ متر مكعبا فإذا أمكن استغلال هذه الكمية من المياه للتوسع فى زراعة المحاصيل المناسبة لهذه المناطق يمكن زراعة ورى ١٠٠ مليون فدان بمحاصيل مثل اللوز والفول السودانى والنخيل. ومن الجدير بالذكر أن هذا الخزان الجوفى يملأ ويغذى بكمية من المياه قدرها ١٥٥ × $١٠^{٦}$ مترا مكعباً سنويا من رشح الأمطار الساقطة على جنوب السودان وخط الاستواء. وتبلغ ملوحة هذه المياه فى الجزء الجنوبى من الخزان من ٠,١٥ - ٠,٦ جم/لتر كما يبلغ تصرف الينبوع الخارج من هذا الخزان ٥٠٠ متر مكعب فى الساعة.

وتجرى الآن دراسات وبحوث على الخزان الجوفى تقوم بها أكاديمية البحث العلمى مع مجموعة من الهيئات المختلفة لمعرفة مدى إمكانيات استغلاله فى التوسع فى المساحات الزراعية.

الباب الثالث
نوعية مياه الرى

Quality of Irrigation Water

كما ذكرنا سابقاً فإن مصادر مياه الرى متعددة فهى إما مياه الأمطار أو المياه السطحية (مياه الأنهار والبحيرات) أو المياه الجوفية أو مياه البحار وأيضاً هناك مصادر أخرى منها المياه المعاد استخدامها من مياه المصارف ومياه خوارج المدن. وتبعاً لاختلاف مصادر المياه تختلف أيضاً نوعية هذه المياه وذك من وجهة نظر امكانية استخدامها فى الرى. لذا وجب دراسة نوعية المياه لامكانية تقييمها لعملية الرى وذلك على عدة أسس وقواعد علمية وذلك لاستغلالها الاستغلال الأمثل مع تفادى حدوث أضرار جانبية للأرض الزراعية.

أولاً: مكونات مياه الرى

تحتوى مياه الرى على عدة مكونات مختلفة منها المكونات الذائبة والمكونات المعلقة بها وهى إما مواد عضوية أو غير عضوية ومثال على ذلك يظهر فى الجدول التالى الذى يوضح المكونات التى تحتويها الأنواع المختلفة من مياه الرى تبعاً لمصدرها.

يمكن تقسيم المكونات التى تحتويها المياه بغض النظر عن مصدرها إلى مجموعتين هى: المكونات الذائبة هى: المكونات الذائبة والمكونات المعلقة كما هو موضح فى الجدول التالى:

مصدر المياه	الخواص التركيبية				
	رقم الحموضة	السلت	المادة العضوية	حويصلات وجراثيم	الخصوبة
مياه الأمطار	٦ – ٧	آثار	آثار	آثار	فقيرة
الينابيع	٦ – ٩	آثار	آثار	آثار	فقيرة إلى غنية
المياه الجوفية	٧ – ٩	آثار	آثار	آثار	فقيرة إلى غنية
الأنهار	٧ – ٩	متوسطة	متوسطة	متوسطة	غنية
خوارج المصانع	٤ – ٩	آثار	آثار	آثار	فقيرة
البحيرات	٧ – ٩	قليل	قليل	كثيرة	غنية
مياه الصرف	٧ – ٨	قليل	قليل	كثيرة	غنية
مياه المجارى	٧ – ٨	قليل	كثيرة	كثيرة جداً	غنية جداً
مياه البحار	٧ – ٨	قليل	قليل	قليل	فقيرة إلى غنية

المكونات الذائبة لمياه الرى

تحتوى مياه الرى على اختلاف مصادرها على مجموعة مـن الأمـلاح المختلفـة والتى تختلف نوعيتها وكميتها باختلاف المصدر الذى تأتى منه كذلك حسب المسافة التـى تمر خلالها حتى وصولها إلى الحقل. وهناك اتجاه عام "خاصة فى المناطق التى لا تتوفر بها المصادر الأخرى لمياه الرى" إلى استخدام المياه الملحية فى عملية الرى مما أدى إلى تملح الأراضى المروية فى حالات كثيرة مما جعل عملية تحديد نوعية مياه الـرى مـن المشاكل العالمية الهامة والتى تحظى باهتمامات كثيرة فى الوقت الحالى.

وعموماً يمكن تحديد مجموعتين من الأملاح التى تتواجد فى مياه الرّى وهى:

١- المكونات الكبرى وهى التى تحدد خصائص الماء.

٢- المكونات الصغرى وهى التى يجب أن يوجهه لها الاهتمام فى حالات خاصة.

الخواص التركيبية للأنواع المختلفة لمياه الرى

المكونات الكبرى لمياه الرى كداله لمصدرها:

أ- مياه الأمطار: تحتوى مياه الأمطار على كمية أقل من الأمـلاح بمقارنتهـا بـالأنواع الأخرى من المياه التى يمكن استخدامها للرى. وهذه المياه تحتوى على غازات ذائبـة من النتروجين والارجون والأكسجين وثانى أكسيد الكربون وكذلك على امـلاح ذائبـة والتى تأتى من الهضاب والبحار. عموماً فإن كمية الأيونات فى ميـاه الأمطـار مثـل الكلوريد والصوديوم تختلف بشكل كبير فى كميتها وذلك حسب بعد المنطقة عن البحـر (٢ – ٢٠ طن/كم^{٢}) والجدول التالى يوضح المكونات المختلفة لمياه الأمطار الـساقطة على شاطئ ساحل فلسطين.

تأثير البعد عن البحر على المكونات الكيماوية لمياه الأمطار

الموقع	اسم البحر	المسافة منه كم	الكربونات	الكبريتات	الكلوريد	مغ	كا	ص	يو	التوصيل الكهربى
		تركيز الايونات ملليجرام/ لتر								
القدس	البحر الابيض	٥٢.٥	٢٤.٧٧	٢٠.٣٥	١٢.٠٦	١.٨٧	١٨.٨١	٧.٦٦	١٧٠	
حيفا	البحر الابيض	١ ٢	٤٣.٦٩	٢٣.٠٩	١٣.٨٤	٢.١٩	٢٠.٨٤	٨.٠٢	١.٦٤	٢٠٠
ايلات	البحر الاحمر	٠.١	٥٣.٦٤	٢١.٩٥	٢٦.٩٨	١.٢٢	٢٦.٠٠	٩.٠٦	٢.٠١	٢٢٢

ولقد وجد Schoeller سنة ١٩٦٢ أن كل من النسب التالية:

$\frac{\text{مغ}}{\text{كا}}$ ، $\frac{\text{يو}}{\text{ص}}$ ، $\frac{\text{كل} - (\text{يو} + \text{ص})}{\text{كل}}$ معبراً عنها ملليجرام مكافئ/لتر وذلك لمياه الأمطار القريبة من البحر متشابهة لنفس النسب لمياه البحر نفسه وتختلف كثيراً كلما بعدنا عن البحر.

ب- المياه السطحية: يعتمد محتوى المياه السطحية من الأملاح على الصخور التى تتواجد عند منبع هذه المياه وعلى الظروف المناخية للمنطقة وطبيعة الأرض التى تمر فوقها المياه وكذلك التلوث المتوقع بسبب النشاط الإنسانى. والمياه السطحية يمكن تقسيمها إلى مجموعتين: المياه السارية (الأنهار) والمياه الساكنة وهى مياه البحيرات. ويتضح من المكونات الرئيسية لمياه الأنهار وذلك عموماً على مستوى العالم أن الأيون السائد لها هو البيكربونات والكبريتات وأما الكاتيونات السائدة فهى الكالسيوم والماغنسيوم كما يتضح ذلك من الجدول التالى:

متوسط مكونات مياه الأنهار فى العالم بالجزء فى المليون

المكان	يدك أ٣	كب أ٤	كل	ن أ٣	كا	مغ	ص	يو	المجموع
أمريكا الشمالية	٦٨	٢٠,٠–	٨,٠–	١,٠–	٢١,٠–	٥,٠–	٩,٠–	١,٤	١٤٢
أمريكا الجنوبية	٣١	٤,٨	٤,٩	٠,٧	٧,٧	١,٥	٤,٠–	٢,٠–	٦٩
أوربا	٩٥	٢٤,٠–	٦,٩	٣,٧	٣١,١	٥,٦	٥,٥	١,٧	١٨٢
أسيا	٧٩	٨,٤	٨,٧	٠,٧	١٨,٤	٥,٦	٩,٣		١٤٢
أفريقيا	٤٢	١٢,٥	١١,١	٠,٨	١٢,٥	٣,٨	١١,٠–	–	١٢١
استراليا	٣١,٦	٢,٦	١٠,٠–	٠,٠٥	٣,٩	٢,٧	٢,٩	١,٤	٥٩
العالم	٥٨,٤	١١,٢	٧,٨	١,٠–	١٥,٠–	٤,١	٦,٣	٣,٣	١٢٠

ج- **المياه الجوفية:** يتوقف محتوى المياه الجوفية من الأملاح على مصدر التغذية لهذه المياه وكذلك على الصخر الذى تتسرب خلاله هذه المياه. وملوحة المياه الجوفية تعتمد على قوانين الذوبان المختلفة نتيجة لتلامس المياه مع الطبقات الحاملة لها. والتغير فى ملوحة المياه الجوفية أثناء عمليات السحب أو الضخ يكون نتيجة لحدوث عمليات اختزال أو تبادل القواعد أو عمليات النتح وعمليات البخر والهطول.

وغالباً ما تكون عمليات الاختزال ذات طبيعة بيوكيماوية مؤثرة بذلك على تركيز الكبريتات فى المياه الجوفية، فعند تسرب المياه الجوفية خلال التربة يحدث تبادل كاتيونى بين الكاتيونات الذائبة بالمياه الجوفية والمدمصة على معادن التربة تصل إلى الاتزان بينهما. وعموماً محتوى المياه الجوفية من الأملاح يرتفع نتيجة لعملية البخرنتح وكذلك نتيجة عمليات الإذابة وغالباً ما يتأثر بالمناخ. ويوجد توزيع لها فى مناطق محددة حسب محتوى المياه من الأملاح ومحتوى المياه يحدد بواسطة جيولوجية ومناخ المنطقة وكذلك بعمق مستوى الماء الأرضى بها.

د- **مياه البحار:** تعتبر مياه البحار من المحاليل المعقدة حيث تحتوى على أعداد كبيرة من العناصر المختلفة من أيونات وغازات ومواد عضوية وكائنات دقيقة وأحياء مختلفة ..إلخ. من بين المكونات الكيماوية لهذه المحاليل أيون الكلوريد والذى يعتبر من الأيونات السائدة ويمثل ٥٥ % من بين الكاتيونات. والصوديوم ويمثل ٣٠ % وأما الكبريتات ٧ % والمغنسيوم ٣,٧ % وأما البوتاسيوم ٧١ % أوضح بيكارد Pichard سنة ١٩٦٤ أن مدى ملوحة المياه السطحية للمحيطات المفتوحة يتراوح بين ٢٣ - ٣٧ جم/لتر. وأما القيم المرتفعة من الأملاح قد لوحظت فى المناطق ذات البخر المرتفع مثل البحر الأبيض المتوسط حيث تبلغ ٣٩ جم/لتر والبحر الأحمر وتبلغ ٤٣ جم/لتر.

وكما سبق فإن مياه البحر يمكن استخدامها فى الرى وذلك بعد عمل تنقية صناعية لها بواسطة عمليات التحلية المختلفة. ومثال هذه المعالجة الصناعية يؤدى إلى تغير كامل فى المكونات المختلفة للمياه الناتجة عن مصدرها وهو مياه البحر.

المكونات الصغرى لمياه الرى

ليست كل العناصر الصغرى تتواجد فى أى مصدر من مصادر مياه الرى فهى

تظهر بصورة منفردة أو فى مجاميع منها. وذلك فى الأنواع المختلفة من مياه الرى. فالبروم والفلور واليود قد يوجدوا إذا وجد الكلوريد.

ومعظم المياه العذبة تحتوى على أقل من واحد فى المليون من الفلور، ٠,٠١ جزء فى المليون من البروم ٠,٢ جزء فى المليون من اليود.

ومياه الرى قد تتواجد بها أيضاً الليثيوم والروبيديوم والسترانشيوم والباريوم والرادوم ... إلخ. ونظراً لتواجدهم فى كميات قليلة جداً فإنهم لا يؤثروا على نوعية المياه.

بعض العناصر الصغرى الأخرى قد تظهر فى مياه الرى مثل السيلينيوم وأيضاً بعض المعادن مثل النحاس والكوبلت والنيكل والزنك والتيتانيوم.

وأما عنصر البورون فيتواجد بتركيزات منخفضة فى معظم مياه الرى وقد وجد أن أعلى نسبة بورون فى مياه الأنهار السارية فى اليابان حيث بلغت ١,٣ – ١,٩ جزئ فى المليون. والبورون كما هو معلوم من العناصر الضرورية لنمو النبات وخاصة الموالح ويعتبر ساماً لمعظم المحاصيل والنباتات عند التركيزات العالمية فقط والتى تبلغ ٦ – ٨ أضعاف التركيز المناسب.

والليثيوم وجد فى بعض أنواع المياه فى كاليفورنيا وقد سبب احتراق القمة والحواف وتساقط أوراق الموالح وذلك عند تركيز أقل من ٠,١ جزء من المليون فى مياه الرى، وأما السلينيوم والفلور قد وجدوا فى بعض الأراضى وكذلك فى مياه الرى وقد امتصوا بواسطة النباتات دون حدوث أضرار. على الرغم من أنهم يعتبروا ضاريين بالنسبة للحيوانات وذلك حتى فى التركيزات المنخفضة الحرجة.

ويخضع التركيب الكيماوى لمياه الرى إلى تغيرات موسمية مختلفة ولهذا فإن تقييم نوعية المياه يجب أن تعتمد على معلومات عن التغيرات الموسمية التى تحدث فى المكونات الكيماوية للمياه حيث تؤثر عليها عدة عوامل مختلفة من بينها الظروف المناخية وخاصة الأمطار ودرجات الحرارة وكذلك على ظروف العمليات الزراعية من غمر وخلافه مما يؤثر على نوعية المياه الجوفية التحت سطحية فقط بينما قد لا يوجد تغيير موسمى للمياه الجوفية العميقة.

المكونات الغيرعضوية والعضوية المتعلقة بمياه الرى

كل مياه الأنهار تحتوى على مواد عالقة فكمية السلت العالقة والتى تساعد أو ترفع من خصوبة الأراضى تعتمد بدرجة كبيرة على المكونات المعدنية والكيماويـة للحبيبـات المنقولة، فعند استخدام مياه الأنهار فى الرى يجب عمل دراسة مستفيـضة عـن كميـة ونوعية السلت المعلق بمياه النهر. فكلما ارتفعت نسبة الكوارتز والمجنيتيت فـى الـسلت كلما انخفضت الخصوبة.

بينمااذا ارتفعت نسبة المعادن مثل الفلسبار والميكا وحبيبات الطين والمواد العضوية الحديثة وكذلك الدبال والسلت المعلق كلما ارتفعت الخصوبة المتوقعة من مياه النهر. ومنذ عصر قدماء المصريين قد عرفت الخصوبة للسلت الموجود بنهر النيل.

وكما هو معروف فإن الأراضى المروية بمصر تكونت من المواد العالقة بمياه نهر النيل، وهذه المواد عبارة عن نواتج عمليات التجربة المختلفة للصخور والمكونة لحـوض نهر النيل والتى تختلف من موسم لآخر ومن سنة لأخرى وكما يتضح من الجداول التالية التى توضح المكونات المعلقة فى نهر النيل.

المواد الصلبة التى يحملها نهر النيل

المادة الصلبة	فى المحلول بالطن	المعلق بالطن
المتوسط السنوى الكلى	١٠,٧٠٠,٠٠٠	٥٦,٨٩٠,٠٠٠
المتوسط الكلى لأربعة شهور الفيضان	٧,٢٣٠,٠٠٠	٥٥,٢٠٠,٠٠٠
المتوسط اليومى خلال أشهر الفيضان	٥٩,٠٠٠	٤٥٢,٠٠٠
المتوسط اليومى فى بقية أشهر السنة	١٤,٣٠٠	٦,٥٠٠

التحليل الكيماوى للجزء الطينى من المواد

المعلقة فى نهر النيل خلال موسم الفيضان

المكون	النسبة المئوية
س أ٢	٤٤,٤٤
لو أ٣	١٤,٨١
ح٢ أ٣	١٣,٩٩

ثانياً: تقييم مياه الرى والعوامل المؤثرة على صلاحيتها:

التأثيرات المختلفة لهذه المياه والتى تتمثل فيما يلى:

١- التأثير المباشر والمتمثل فى تركيز المحلــول الأرضـــى وكــذلك الأمــلاح الذائبــة والمدمصة.

٢- التأثير الغير المباشر ولو أنه يختلف باختلاف الظروف إلا أن تأثيراته الآتية واضحة.

أ- نقص امتصاص النبات كنتيجة لارتفاع تركيز الأملاح

ب- تدهور حالة الأرض الطبيعية نتيجة زيادة ادمصاص أيون الصوديوم

ج- بعض التأثيرات السامة لمكونات معينة مثل البورون والليثيوم

٣- التأثير التابع لاستخدام مياه الرى والمتمثل فى:

أ- مد النبات بحاجته من الماء

ب- مد النبات بحاجته من العناصر الغذائية

ج- غسيل الأملاح المتجمعة

د- تحسين بناء الأرض عن طريق ادمصاص الكالسيوم بدلاً من الصوديوم

ويعتبر التركيز الكلى للأملاح الذائبة ونوعها من أهم العوامل فى تقدير صلاحية المـــاء للرى.

والخواص المحددة لصفات مياه الرى هى:

١- التركيز الكلى للأملاح الذائبة.

٢- تركيز الصوديوم بالنسبة لباقى الكاتيونات.

٣- تركيز عنصر البورون أو غيره من العناصر التى قد تعتبــر ســـامة للنبـــات عنـــد تركيزات معينة.

٤- تركيز الكربونات بالنسبة لتركيز الكالسيوم والمغنسيوم.

٥- تركيز الكلوريد والكبريتات.

وفيما يلى وصف لهذه الخواص المحددة لصفات مياه الرى:

(١) التركيز الكلى للأملاح الذائبة

ويعبر عن ذلك بدقة بقياس درجة التوصيل الكهربائى لمياه الرى Electric conductivity بتقدير الأنيونات والكاتيونات الذائبة وإضافتها لبعضها أو تبخير كمية ماء الرى للجفاف وتقدر الأملاح بها على أساس نسبة مئوية.

وقد وجد أن تركيز الأملاح بمستخلص الأرض المشبعة أكبر من تركيزها فى مياه الرى المستخدمة من ٢ – ٨ مرات وذلك نتيجة البخر واستعمال النبات ولذلك نجد ان:

استعمال مياه متوسطة أو مرتفعة الملوحة عادة ما ينشأ عنه تركيز مرتفع من الأملاح حتى فى وجود الصرف المناسب.

ويمكن تقسيم ماء الرى حسب درجة التوصيل الكهربائى له والمأخوذ عن معمل أبحاث الملوحة بوزارة الزراعة الأمريكية بولاية كاليورنيا إلى الأقسام التالية:

أ– ماء منخفض الملوحة: درجة التوصيل له أقل من ٢٥٠ ميكروموز/سم.

ب– ماء متوسط الملوحة: درجة التوصيل له من ٢٥٠ – ٧٥٠ ميكروموز/سم.

ج– ماء مرتفع الملوحة: درجة التوصيل له من ٧٥٠ – ٢٢٥٠ ميكروموز/سم.

د– ماء شديد الملوحة: درجة التوصيل له أكثر من ٢٢٥٠ ميكروموز/سم.

وللمحاصيل الحساسة للملوحة مثل الفول يجب ألا تزيد درجة التوصيل الكهربى لمياه الرى عن ٣٥٠ ميكروموز/سم فى الوقت الذى يمكن استخدام مياه درجة التوصيل الكهربائى لها يصل إلى ٧٥٠ ميكروموز/سم فى حالة المحاصيل ذات المقاومة المتوسطة الملوحة مثل الأرز أما فى حالة المحاصيل المتحملة جداً مثل بنجر السكر والشعير والقطن فيمكن استعمال مياه يزداد تركيزها عن ٢٢٥٠ ميكروموز/سم مع ضرورة تواجد الصرف الجيد مع إضافة زيادة من مياه الرى لاذابة ما يمكن تجمعه كما سوف يتضح فيما بعد.

(٢) تركيز الصوديوم بالنسبة لباقى الكاتيونات

يحتوى ماء الرى على نسب متفاوته من الكاتيونات الذائبة وهى الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم وقليل من البوتاسيوم أما الأنيونات فهى الكبريتات والكلوريد والكربونات والبيكربونات وقليل من النترات والفلوريد بتركيزات منخفضة.

وتبرز أهمية الكاتيونات الذائبة فى تأثير الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم على

الأراضى بتحويلها إلى أراضى ملحية أو قلوية. حيث زيادة الــصوديوم عــن الأخيــرين يحول الأرض الى القلوية.

ويمكن التعبير عن النسبة بين عنصر الصوديوم وباقى الكاتيونات بالآتى:

$$1\text{- Soluble Sodium Percentage (SSP)} = \frac{Na}{(Na + Ca + Mg)} x100$$

$$2\text{- Sodum Aadspottion Ratio (SAR)} = \frac{Na}{[(Ca\ \ + Mg)/2]}$$

وتفضل SSP عن SAR لارتباط الأولى بالصوديوم المتبادل على سطوح الطين كما سيرد ذكره وقد قسم معمل الملوحة الأمريكية ماء الرى من حيث تأثير الصوديوم إلى:

أ- ماء منخفض فى نسبة الصوديوم وتتراوح قيمة SAR له بين ٢,٥ – ١٠ ويستخدم فى رى جميع الأراضى دون حدوث أى اثر ضار ولكن بعض النباتات الحساسة للصوديوم تتأثر به.

ب- ماء متوسط فى نسبة الصوديوم وتتراوح قيمة SAR له بين ٧ – ١٨ حيث يــصلح فى الأراضى الخشنة القوام ذات المسامية العالية ويسبب مشاكل فى الأراضى الثقيلة.

ج- ماء مرتفع فى نسبة الصوديوم وتتراوح قيمة SAR لــه بــين ١١ – ٢٦ ويــشترط لاستخدامه إضافة الجبس مع كفاية الاحتياجات الغسيلية وأن تكون نفاذية الأرض عالية.

د- ماء نسبة الصوديوم مرتفعة جداً وقيمة SAR أكثر من ٢٦ ولا ينصح باســتعماله إلا إذا كان تركيز الأملاح الكلى بالماء منخفض مع ضرورة خلطه بالجبس.

وعموماً وجد أن قيمة SAR ترتبط بالتركيز الكلى للأملاح حيث يزيد التأثير الضار لقيم الــ SAR فى بزيادة التركيز الكلى للأملاح والعكس.

(٣) تركيز البورون

يعتبر البورون عنصراً أساسياً فى تغذية النبات لاحتياجه اليه بكميات ضئيلة أقل مــن ٠,٥ جزء فى المليون وتختلف النباتات فى احتياجاتها إليه. فيكفى لنبات البرسيم الحجازى ١-٢ جزء فى المليون فى الوقت الذى يعتبر هذا التركيز ساماً بالنسبة لأشجار الليمون.

والبورون عنصر من السهل التخلص منه بالغسيل إلا إذا كان موجوداً ضمن مكونات الأرض نفسها قبل زراعتها. وقد وجد أنه باستعمال معــدلات الغــسيل لخفــض ملوحــة

الأراضى أن كمية المياه المستخدمة والتى يمكنها أن تخفض من ملوحة الأراضـــى إلـــى الحد الذى معه يمكن للنبات أن ينمو طبيعياً بها لا تكفى لخفــض ســمية البــورون بهــذ الأراضى ويتضح ذلك من الجدول الآتى:

تركيز البورون جزء فى المليون	التوصيل الكهربى ملليموز/سم	عمق ماء الرى بالقدم
٥٤,٠	٦٤,٠	٠
٦,٩	٢,٤	٤
٢,٤	٣,٤	٨
١,٨	٣,٣	١٢

وعموماً يمكن القول أن تركيز البورون بالنسبة للنباتات الحساسة يجب أن يكون أقــل من ٠,٧ جزء فى المليون والنبات الغير حساس يجب ألا يزيد عن ١,٥ جزء فى المليون.

(٤) تركيز الكربونات والبيكربونات

عندما يزداد تركيز المحلول الأرضى نتيجة فقد الماء بالتبخير أو نتيجــة امتــصاص النبات فإن وجدت البيكربونات بكمية أكبر من الكالسيوم والمغنسيوم فــإن الزيــادة مــن البيكربونات بعد ترسيب الكالسيوم والمغنسيوم سوف تتحد مع الصوديوم مكونه كربونــات الصوديوم ذات التأثير الضار والمسئولة جزئياً عن تحول الأرض إلى أرض قلوية.

وقد استخدم Eaton, 1950 بعض التعبيرات للدلاله على هذه العلاقة كما يلى:

أ- النسبة المئوية للصوديوم المحتمل Posible Sodium Percentage (PSP)

$$PSP = \frac{Na}{(Ca + Mg + Na) - (CO_3 + HCO_3)} x100$$

حيث لا تزيد الكربونات والبيكربونات عن تركيز الكالسيوم والمغنسيوم.

ب- كربونات الصوديوم المتبقية Residual Sodium Carbonate

$$RSC = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg)$$

وأوضح Wilcox عام ١٩٥٤ بمعمل الملوحة بأمريكا أن المياه المحتويه على أكثر

من ٢,٥ ملليمكافئ فى اللتر من كربونات الصوديوم المتبقية تعتبر غير صالحة للرى والمياه المحتوية على ١,٢٥ – ٢,٥ تعتبر نصف صالحة للرى والمياه المحتوية على أقل من ١,٢٥ تعتبر صالحة.

(٥) تركيز الكلوريد والكبريتات

أن معظم الأملاح الذائبة يمكن أن توجد فى صورة كلوريدات وكبريتات لذا فإن تقدير هذين المكونين سوف يعطى فكرة حقيقية عن كمية الأملاح الكلية الذائبة كما أن الكلوريد عند وجوده بتركيزات عالية سوف يمتصه النبات ويجمعه داخل خلاياه مما يترك أثره السام على النبات متمثلً فى احتراق الأوراق.

أما تأثير الكبريتات فيعزى إلى ترسيبها للكالسيوم فى المحلول الأرضى مما يزيد من الصوديوم الذائب وبالتالى يمتصه النبات فيؤدى ذلك إلى عدم حدوث توازن فسيولوجى فى نسبة العناصر الممتصة مما يؤثر على النبات. ولقد وجد أن نفس التركيز من أيون الكبريتات يكون عادة نصف التأثير الضار لنفس التركيز من أيون الكلوريد كما ان فرصة تكوين الملوحة نتيجة لوجود الكبريتات أقل من احتمال تكوينها نتيجة لوجود الكلوريد.

وقد استخدم Doneen تعبير جهد الملوحة Potental Salinity عند قياس مدى صلاحية الماء للرى بالنسبة لاحتوائه على أيونات الكلوريد والكبريتات.

$$\text{Potental Salinity} = \text{Cl} + \frac{1}{2}\,\text{SO}_4\ \text{meq/L}$$

وقد أوضح Doneen أن التركيز المسموح به يتوقف على:

أ– حالة نفاذية الأرض وكفاءة الصرف.

ب– نسبة الصوديوم الموجودة فى ماء الرى بالنسبة لبقية المكونات.

ج– تأثير عامل المطر وكميته وتوزيعه.

أهمية الكربونات فى مياه الرى

وأوضحُ Eaton سنة ١٩٥٠ أنه إذا وجد الكالسيوم والمغنسيوم فى ماء الرى بكمية أكثر من الصوديوم فإنهما سوف يكونا لهما السيادة فى عملية التبادل والامتصاص أما إذا وجدت الكربونات والبيكربونات بكمية أكبر فإنها سوف ترسب الكالسيوم والمغنسيوم وتصبح السيادة للصوديوم فى المحلول الأرضى.

الباب الرابع
علاقة الأرض والماء

Soil - Water Relationship

كما ذكرنا من قبل أن عملية الاستصلاح والرى والصرف تجرى فى أهم مصدرين من مصادر الثروة الطبيعية وهى الأرض والماء. ويجدر بنا دراسة علاقة كل منهما بالآخر والتى تؤثر على عملية الرى. وتشمل هذه الدراسة معرفة الخواص الهيدروفيزيائية للأرض وصور الماء بالأرض والمحتوى الرطوبى للأرض وطرق التعبير عنه.

أولاً: الخواص الهيدروفيزيائية للأرض Soil hydro-physical properties

من المعروف أن الأرض تتكون من ثلاثة صور"صلبة وسائلة وغازية". والصورة الصلبة تكون إما عضوية او مكونة من الحبيبات ذات الأقطار المختلفة وتكون إما فى صورة منفردة أو متجمعة فى حبيات أكبر منها وهذه الحبيبات تكون مرتبطة فى نظام معين يحجز بينهم مجموعة من المسام المختلفة وأحجام مختلفة. ويتحرك الماء خلال هذه المسام وفقاً للخواص الطبيعية لهذا النظام وتشمل هذه الخواص التالى:

أ- قوام الأرض Soil texture

يعرف القوام بأنه نسب المجموعات ذات الأحجام المختلفة لحبيبات الأرض بالنسبة لبعضها البعض وهى الرمل (٠,٠٢- ٢ مم) والسلت (٠,٠٢ - ٠,٠٠٢ مم) والطين (أقل من ٠,٠٠٢ مم) وإذا زادت نسبة مجموعتى الطين والسلت تصبح الأرض ثقيلة القوام وعلى العكس إذا زادت نسبة مجموعة الرمل أصبحت الأرض متوسطة الى خفيفة القوام. ويمكن تقدير القوام بعدة طرق حقلية ومعملية مختلفة فيمكن تقديره حقليا عن طريق الملمس وفى المعمل بطريقة الهيدرومتر أو طريقة الماصة وتوقع بعد ذلك النتائج على مثلث القوام ومنه يمكن تحديد اسم الأرض ودرجة قوامها. فإذا كانت الأرض محتوية على نسبة كبيرة من الحبيبات الخشنة مثلاً فنجد أن حركة الماء بها تزداد سرعتها وإذا كانت النسب تقريباً متساوية بين مجموعات الحبيبات بها نجد أن خواصها المائية المتعلقة بالرى تكون جيدة وبالتالى تسهل عمليات الرى.

ب- بناء الأرض Soil structure

من المعلوم أن الوحدات الأولية للأرض (الحبيبات) تتراكب مع بعضها مكونة بناءاً منفرداً أو حبيبات مجمعة Aggregates ومن المعروف أيضاً ان البناء الفردى يكون أيضاً منتشراً فى الأرض ذات القوام الخشن مثل الأراضى الرملية. ولكل نوع من

الأراضى له شكل الحبيبات المتجمعة الخاصة به مثل البناء المحبب والبناء العمودى والبناء الطبقى والصفائحى ... إلخ، ويهمنا فى هذه الخاصية شيئين وهما علاقة أنواع البناء هذه بسهولة مرور المياه خلالها ثم ثبات هذه الوحدات البنائية ضد القوى المائية المؤثرة عليها. فنجد أن البناء الفردى والمحبب لهم خاصية سرعة مرور الماء خلالهما بينما البناء الكتلى والعمودى يكون سرعة مرور الماء خلالهما متوسطة أما البناء الطبقى والمندمج فتكون سرعة الماء خلالهمابطيئة بالمقارنة بالأنواع السابقة.

والدور الأساسى فى تكوين بناء التربةترجع الى الغرويات العضوية (الدبال الأرضى) والتى فى وجود الكالسيوم تجمع الحبيبات فى صورة حبات مركبة ثابتة ضد الماء ولكن الوحدات البنائية الأكثر ثباتاً ضد الماء التى تحتوى بالإضافة إلى المواد العضوية على غرويات حديد (أكاسيد حديد متأدرته). ففى عمليةُ التبادل التجميعى بين المواد الدبالية واكاسيد الحديد المتأدرته تتم عملية تكوين البناء الثابت ضد الماء ومثال لذلك ما يحدث فى أراضى المناطق التحت استوائية (الكراسنوزيم) والاستوائية (الايتريت) حيث يتكون بناء ثابت ضد الماء لوجود كميات كبيرة من الحديد الغروى. وكتلة الأرض المجمعة والملتحمه بواسطة الغرويات تنهدم إلى حبيبات ذات أشكال وأحجام مختلفة وتتم العملية بواسطة التزحيف وتقلبات الحرارة وعوامل فيزيائية أخرى ويمكن تحسين بناء التربة بواسطة حرث التربة وإضافة المواد العضوية وكذلك بإضافة المركبات المخلبية الصناعية. وذلك لأنه عند تحسين البناء يسهل سريان الماء خلالهما فى عملية الرى بالإضافة إلى تحسين الخواص الكيماوية والبيولوجية للتربة.

ج- كثافة الأرض Soil density

الأرض كجسم مسامى نجد أن لها نوعين من الكثافة: كثافة ظاهرية وهى كتلة وحدة الحجوم الكلية منها بما فى ذلك الصلب والفراغات بينهم والكثافة الحقيقية وهى كتلة وحدة الحجوم للجزء الصلب فقط والقيمة التقريبية للكثافة الحقيقية فى الأرض المعدنية حوالى ٢,٦٥ جم/سم^{٣} بينما تقل عن ذلك فى الأراضى العضوية وأما الكثافة الظاهرية فتختلف حسب قوام وبناء الأرض وتتراوح ما بين ١ إلى ١,٨ جم/سم^{٣}. وتفيد معرفة وتقدير الكثافة الظاهرية فى حساب كمية المياه الداخلة والخارجة للتربة ووصولها لمستوى رطوبى معين وذلك عند دراستنا للرى.

د- المساميه Porosity

يمكن التعبير عن المساميه فى التربة بطريقتين اما بنسة الفراغات إلى الحجم الكلى للتربة أو بالنسبة لحجم الصلب. فالمسامية الكلية للأرض يعبر عنها كنسبة مئوية إلى الحجم الكلى للأرض وهذه ليس لها وحدات وتختلف قيمتها فى الأرض المعدنية من ٢٥ – ٦٠% ولكن غالباً ما تقع فى المدى بين ٤٠ – ٥٠% أما فى الأراضى العضوية Peaty soils فنجد أنها قد تزيد عن ٩٠% والاختلاف الكبير فى قيمة المسامية الكلية يرجع أساساً إلى بناء التربة والذى قد يكون كما ذكرنا من قبل أما منفرد أو متكتلا وهذا بدوره يعتمد على درجة تحبب الأرض.

فإذا أخذنا كمثال أرض نموذجية محتوية على حبيبات كروية ذات قطر واحد فنجد أن المسامية الكلية بها تتراوح ما بين ٤٧ – ٦٤%. وفى حالة إذا كانت موجودة فى صورة مفككة على نظام المكعبات تصل قيمة المسامية الكلية إلى ٩٥% و٢٥% إذا ما كانت الحبيبات متماسكة مع بعضها فى نظام شكل سداسى الأوجه – ونتوقع دائماً فى الطبيعة النظام السداسى الأوجه.

ويمكن التعبير عن المسامية الكلية بدلاله الكثافة الظاهريه والحقيقة حسب المعادلة التالية:

$$E = (1 - \frac{Da}{Ds}) 100$$

حيث E المسامية الكلية %

Da = الكثافة الظاهرية جم/سم٣

Da = الكثافة الحقيقية جم/سم٣

ويمكن أيضاً التعبير عنهما بدلالة الحجم الحقيقى والحجم الظاهرى كالتالى:

$$E = (1 - \frac{Vs}{va}) 100$$

حيث Vs الحجم الحقيقى أو حجم الصلب، سم٣

Va = الحجم الظاهرى، سم٣

ويهمنا من ناحية الرى والصرف ليس فقط نسبة المسام ولكن أيضاً توزيعها

الحجمى. والذى يحدد هذه المسام وأبعادها هو حجم الحبيبات المركبة الصغيرة والكبيرة المكونة للنظام البنائى لهما. فى الأرض النموذجية التى ذكرناها سابقاً نجد ان أقطار المسام ما بين ٠,٤١ سم و ٠,٧٣ سم إذا كان البناء مكعبى ومن ٠,٢٨٨ سم إلى ٠,٥٥ سم إذا كان البناء سداسى الأوجه. وأما فى الأرض الطبيعية والتى تحتوى على حبيبات تختلف اختلافاً كبيراً فى شكلها وأقطارها، نجد أن قطر المسام يتراوح ما بين بضع ملليمترات إلى آلاف الميكرونات أو أقل ونجد أن المسام ما بين الحبيبات المركبة تتصل ببعضهما بواسطة ممرات أضيق وهذه كلها تمثل الجزء المسامى من التربة ونتيجة لذلك نجد ان الأنابيب الشعرية فى التربة تأخذ أشكال سلاسل توصل المسام ببعضها ويهمنا من وجهة نظر الرى والصرف كما ذكرنا ليس النسبة الكلية للمسام ولكن توزيعها فمثلاً الأرض الطينية لها مسامية كلية أكبر من الأرض الرملية إلى أن نسبة المسام الدقيقة بينهما أكبر بحيث تساعد على احتفاظهما بالماء بينها وتصعب حركته بينما يكون العكس تماماً فى الأرضى الرملية حيث تحتوى على نسبة كبيرة من المسام الكبيرة التى تمرر الماء خلالها بسهولة.

هـ- الارتفاع الشعرى Capillarity

كما هو معروف فإن سرعة الارتفاع الشعرى للماء يعتمد على قطر الأنابيب الشعرية فهى تنخفض بنقص القطر وتزيد بكبر القطر. ولهذا نجد أن الماء يرتفع بسرعة أكبر فى الأرض الرملية والأراضى الخفيفة ولكن إلى ارتفاع قليل، وأما فى الأراضى الطينية نجد أنه يرتفع بسرعة أقل ولكن لارتفاع اكبر. ومعدل الارتفاع يقل عن البداية وذلك لأنه من الدقائق الأولى تبدأ المياه فى الارتفاع في الأنابيب أو الفراغات الشعرية الصغيرة والكبيرة معاً إلى أن تصل إلى قرب أقصى ارتفاع شعرى نجد أن الارتفاع فى الفراغات الشعرية الكبيرة يتوقف ولا يحدث الارتفاع سوى فى الفراغات الشعرية الصغيرة وسرعة الارتفاع الشعرى فى الأرض الجافة أقل من سرعتها فى الأراضى المبتلة. ويبدأ الارتفاع الملحوظ عندما يصل الارتفاع فى نسبة الرطوبة إلى ٥٠ % من السعة الحقلية. وإذا احتوت التربة أساساً على نسبة من الصوديوم المدمص نجد أن الخاصية الشعرية بها تنخفض بزيادة نسبة الصوديوم فقد لوحظ أن الارتفاع الشعرى فى

أرض غير ملحية يصل إلى ٩,٢ سم يحتاج إلى ٤ ساعات وعشرة دقائق بينما إذا ارتفعت نسبة الصوديوم وبلغت نسبتهما إلى الكالسيوم ٨ : ١٠٠ فإن الارتفاع الشعرى إلى لمسافة ٩,٥ سم يحتاج إلى ٣١ ساعة وتصل إلى ٣٦٠ ساعة إذا كانت نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم ٥٢ : ٤٨.

ويرتفع الماء خلال المسام الشعرية فى التربة تحت تأثير قوى الجذب أو التوتر السطحى حسب قطر الأنبوبة الشعرية المكونة لها ويعرف الارتفاع الشعرى بالارتفاع H_c وهذا يتوقف على زاوية الابتلال ونصف القطر حسب القانون التالى:

$$H_c = \frac{2\sigma \ \text{Cos} \ \theta}{r \ D_L \ g}$$

حيث r = نصف قطر الأنبوبة الشعرية

σ = التوتر السطحى، داين/سم

D_L = كثافة السائل، جم/سم^3

g = عجلة الجاذبية الأرضية، سم/ث^2

Θ = زاوية الابتلال، "

والجدول التالى يوضح الارتفاع الشعرى للماء لبعض أنواع الأراضى حسب قوامها من رملية خشنة إلى طينية ثقيلة.

نوع الأرض	*الارتفاع الشعرى، سم*
رمل خشن	٢ – ٣,٥
رمل متوسط	١٢ – ٣٥
رمل ناعم	٣٥ – ٦٠
رملية سلتية	٦٠ – ١٢٠
سلتية	١٢٠ – ١٦٠
طينية	٣٠٠ – ٤٠٠

و- النفاذية ومعدل التسرب Water permeability and infiltation rate

هذه الخواص تعكس قابلية التربة للتشبع ولرشح الماء بسرعات مختلفة خلالها. وخطوات عملية امتصاص التربة للماء تتم على الوجه التالى:

أولاً: يتم الترطيب ثم الابتلال وأخيراً الرشح ويتم الترطيب فى الدقائق الأولى لاستقبال التربة للماء وهذه تتم بواسطة الخاصية الشعرية والتشرب. أما الابتلال فيبدأ عندما يتم ترطيب التربة وامتلاء جميع فراغاتها بالماء وهنا يبدأ الماء فى التحرك تحت تأثير الجاذبية الأرضية. ويعتبر سرعة مرور الماء خلال الأرض أو معدل تسربه خلال سطح الأرض من الخصائص الهامة فى عملية الرى وذلك لأنه إذا قل معدل التسرب عن معدل إضافة الماء عن طريق الرى أو الأمطار فإنه يحدث تجمع للمياه على السطح وتحدث تعريه ولذلك أضرار كثيرة للخواص الطبيعية للتربة. ويهمنا تقدير هذه الخاصية فى عملية الرى وذلك لأنه بناء على معرفة وتقدير هذه الخاصية تصمم المعادلات والطرق المناسبة لرى المحاصيل فى المناطق المختلفة، وهناك عدة طرق حقلية ومعملية لتقدير هذه الخاصية. وجهاز قياس معدل التسرب الأكثر شيوعا لنظم الرى بالرش والتنقيط هو جهاز الحلقة المزدوجة Double ring infiltrometer والذى يتكون من اسطوانه حديدية خارجية بأقطار تتراوح بين ٢٠ – ٤٠ سم والتى تدق فى الأرض. ويقاس معدل لتسرب أو الرشح بغمر الأرض داخل الاسطوانة بارتفاع ثابت من الماء فوق سطح الأرض ثم يقاس معدل الرشح بواسطة معدل هبوط السطح الحر للماء أو الماء اللازم تعويضه للمحافظة على مستوى سطح الماء داخل الاسطوانة ويحاط بالاسطوانة الداخلية اسطوانة أكبر خارجية تكون محيط جانبى من المياه حول اسطوانة القياس بنفس ارتفاع المياه.

وقياس معدل الرشح أو التسرب فى حالة الرى بالخطوط يتم عن طريق حجز عدد ثلاثة خطوط بأبعاد الزراعة التى سوف يتم الزراعة علها وذلك بطول ١ متر ثم يتم قياس التسرب من داخل الخط الوسطى بينما الخطين الجانبين يستخدموا كخطوط حماية وفى هذه الحالة فإن معدل الرشح سوف يقيس ليس فقط التسرب من سطح الأرض ولكن من جانبى الخط أيضاً.

ثانياً: صور الماء بالأرض Forms of soil water

يتخذ الماء عدة صور فى داخل الأرض وقد بدأ فى دراسة هذه الصور عديد من العلماء من بينهم العالم الروسى ليبيدف والذى قسم الماء فى الأرض ثم تلاه علماء كثيرون أدخوا بعض الدقة والإضافة إلى هذا التقسيم وقد ساعد فى التعرف على هذه الصور معرفة البناء التركيبى لجزيئات الماء وكذلك سلوكه الطبيعى والكيماوى وعلاقته بالأجزاء المعدنية الأخرى للتربة.

والتقسيم الحالى للماء فى الأرض الوجه التالى:

١- ماء فى صورة بخار.

٢- ماء مرتبط ارتباطاً فيزيائياً.

٣- ماء شعرى.

٤- ماء حر.

٥- ماء فى صورة مقيدة.

٦- ماء مرتبط فى صورة كيماوية.

١- الماء فى صورة بخار

هو الماء الموجود فى الهواء الأرضى والذى يملأ فراغات التربة ويتحرك كغاز إلى المكان ذو الضغط المنخفض من المكان ذو الضغط المرتفع.

٢- الماء المرتبط ارتباطاً فيزيائياً

وهو ينقسم إلى ماء هيجروسكوبى وهو الممسوك بشدة ويعرف بماء الادمصاص والاخر ماء غشائى وهو الممسول بقوة اقل والماء الهيجروسكوبى ينتج من ادمصاص حبيبات التربة لبخار الماء وتمسكه بقوة شديدة تبلغ ١٠٠٠ ضغط جوى وتبلغ كثافة هذا الماء فى المتوسط ٢ جم/سم^{3} ولهذا فهو يتجمد عند درجة – ٧٨ م وهذا الماء ليس له ضغط هيدروستاتيكى وذلك لأنه يكون طبقة غير منتظمة السمك.

أما الماء الغشائى فهو الماء الممسوك بقوة أقل ويتكون نتيجة لتكثيف بخار الماء مكوناً الطبقة الثانية حول الماء الهيجروسكوبى وهو يتحرك من الأغلفة الأكثر سمكاً إلى الأقل سمكاً وأيضاً ليس له ضغط هيدروستاتيكى. وكلا الصورتين يمكن فصلهم عن الأرض بالتجفيف على درجة حرارة ١٠٥ – ١١٠ م لمدة ٢٤ ساعة.

٣- الماء الشعرى

وهو الماء الموجود فى المسام والفراغات الشعرية "كما سبق القول" ولــه ضــغط هيدروستاتيكى ويتجمد عند درجة حرارة أقل من الصفر ويتحرك تحت تأثير قوى الجذب أو الشد.

٤- الماء الحر

ويعرف أحياناً بماء الجذب الأرضى حيث أنه يتحرك خلال الفراغات بين حبيبــات التربة تحت تأثير الجاذبية الأرضية وله ضغط هيدروستاتيكى. ويجب هنا التفرقــة بــين الماء الراشح Infiltration water والذى يتحرك من أعلى إلى أسفل إلى أن يصل إلــى سطح الماء الأرضى والنوع الآخر من الماء الحر والذى يكــون موجــوداً فــى طبقــات الأرض الحاملة والمشبعة بالماء والذى يتحرك تحت تأثير قوى أخرى بالإضافة إلى قــوة الجاذبية الأرضية.

٥- الماء فى الصورة المقيدة

وهو الماء الموجود فى صورة بللورات مائية جليدية أو فى صورة عديسات بــين الطبقات الأرضية أو فى طبقات محصورة.

٦- الماء المرتبط فى صورة كيماوية

وهو الموجود فى بللورات المعادن المختلفة والأملاح الموجودة بالتربة وينقسم إلى ماء بللورى فى بللورات المعادن مثل الجبس $CaSO_4$-$2H_2O$ وهذا يمكن فــصله علــى درجة حرارة حوالى ٣٠٠ ° م. وماء آخر داخــل التركيــب الكيمــاوى علــى صــورة هيدروكسيل وهيدروجين وذلك فى البناء الجزيئى للمعادن وهذا الماء يمكن فصله بواسطة التحطيم الكامل لهذه الجزيئات برفع درجة الحرارة إلى أعلى من ١٠٠٠ م.

والرسم التالى يوضح توزيع الماء فى التربة للعمق القريب من السطح والذى ينقسم إلى مجال التهوية أو التبادل الهوائى وفى هذا العمق نشاهد عمليات رشح الماء من أعلــى إلى أسفل حيث يتجمع فى الطبقة التى أسفل الطبقة الغير منفذة مكوناً عمقاً مشبعاً بالماء أو طبقة حاملة للماء يعلوها مجال الماء الشعرى.

سطح الارض

مجال التهويه

مستوى ارتفاع الماء الشعرى

محتوى الماء الارضى

مجال التشبع

الطبقه الغير منفذه

توزيع الماء فى القطاع الأرضى

ثالثاً: طرق تقدير المحتوى الرطوبى Methods of soil water determination

يمكن التعبير عن المحتوى الرطوبى بالأرض بعدة طرق، والطريقة الشائعة هى وزن الماء إلى وحدة الوزن من الأرض الجافة أو وزن الماء إلى وحدة الحجم من الأرض الرطبة أو حجم الماء إلى وحدة الحجم من الأرض الرطبة. وكذلك يمكن التعبير عن المحتوى الرطوبى بارتفاع عمود الماء على وحدة السطوح من الأرضكما يلى

أ- المحتوى الرطوبى كنسبة مئوية من الوزن الجاف P_W ويعبر عنها بالعلاقة:

$$P_w = \frac{W}{M} \times 100$$

حيث W وزن الماء الموجود بالعينة (جم)، M هو وزن العينة الجافة ١٠٥ – ١١٠ °م لمدة ٢٤ ساعة.

ب- المحتوى الرطوبى كنسبة مئوية من الحجم الرطب P_v ويعبر عنها بالعلاقة:

$$P_v = P_w \frac{D_a}{D_w}$$

حيث D_a الكثافة الظاهرية للأرض (جم/سم^٣) وD_W كثافة الماء (جم/سم^٣) وهذه الطريقة للتعبير عن المحتوى الرطوبى على أساس الحجم هى الطريقة المتبعة فى عمليات الرى للتعبير عن حجم الماء الموجود فى الحجم الملائم لنمو الجذور بالتربة لمعرفة الكمية المتوفرة والازمة لنمو النبات.

ج- المحتوى الرطوبى كارتفاع عامود الماء d ويعبر عنها بالعلاقة:

$$d = D\left(\frac{P_w}{100}\right)\frac{Da}{D_w}$$

حيث (D) تمثل عمق الأرض المراد رفع محتواه الرطوبى، (d) هو ارتفاع عمــق الماء على وحدة السطح اللازمة لرفع المحتوى الرطوبى بالقدر P_W.

وكثيراً ما تستخدم هذا المسطلح للتعبير عن المحتوى الرطوبى المشتغلون بعمليــة الرى وذلك لتحديد كمية المياه اللازمة لتوصيل عمق معين من الأرض إلى درجة رطوبة معينة. وقد اتفق على استخدام بعض التعاريف لمستويات من المحتوى الرطوبى لــلأرض والتى تعبر عن مدى احتفاظ الأرض بنسبة رطوبة معينة وكذلك مدى توافرهــا بالنــسبة للنبات وهذه المستويات تختلف باختلاف قوام الأرض. ويمكن التعبير عنها إما فى صورة الجهد الممسوك به الماء عند هذا المستوى أو كنسبة مئوية على أساس الوزن الجاف وهذه المستويات هى:

١- السعة الحقلية **Field capacity (FC)**

وتعرف بأنها ذلك المستوى من المحتوى الرطوبى والــذى عنــده تحفــظ الأرض بالماء بعد صرف المياه الحرة الزائدة ويمكن أن تصل إليه التربة بعد ريها " أو بعد سقوط الأمطار" بيومين أو ثلاثة أيام وتختلف نسبته باختلاف قوام الأرض. ويرجع أهمية السعة الحقلية من الناحية الزراعية فى أنها تمثل الحد الأعلى للماء المتاح للنبات.

ويمكن تقديرها فى المعمل عن طريق استعمال اسطوانات تمتلــئ بــالأرض بــنفس كثافتها الظاهرية بالحقل ثم يضاف إليها الماء وعندما ينعدم خروج المــاء الزائــد يقــدر محتواها الرطوبى. كما يمكن أيضاً تقديرها بتعريض عينة مشبعة من الأرض لقوة شد أو ضغط قدرها من ٠,١ – ٠,٣٣ ضغط جوى ثم تقدر نسبة الرطوبة بها فتكــون مــساوية تقريباً للسعة الحقلية فى كل من الأرض الخفيفة والثقيلة على التوالى.

ويمكن تقديرها فى الحقل بعمل حوض مربع يملأ بالماء ويسمح للمياه بتشبيع التربــة ويغطى السطح لمنع البخر ثم تتابع أخذ عينات لتقدير الرطوبة فى عمق الجذور إلــى أن يحدث تجانس أو تساوى لكمية الرطوبة فى عمق الجذور بعد إعادة توزيعها وذلــك بعــد ٢٤ و ٤٨ و ٧٢ ساعة ويحسب المحتوى الرطوبى عند ذلك المستوى فى عمق الجــذور والذى سوف يمثل السعة الحقلية لهذه الأرض.

٢- نقطة الذبول المستديم Permant wiliting point (PWP)

وهى ذلك المستوى من المحتوى الرطوبى للأرض والذى يحدث عنده انخفاض مستديم للمحتوى الرطوبى للنبات مسبباً حالة من الذبول الدائم للنبات بحيث لا يمكن استعادة حيويته عندما يوجد فى جو مشبع ببخار الماء. وهذه النسبة من الرطوبة تعتمد على نوع الأرض بصرف النظر عن النبات النامى ولو أنه توجد نباتات قياسية وحساسه لنسبة الرطوبة تستخدم كدليل لتحديد هذه النقطة.

كما يمكن تقدير هذه النسبة أيضاً إذا ما شبعت عينه الأرض بالماء ثم عرضت لضغط قدره ١٥ ضغط جوى وقدر قيمها نسبة الرطوبة بعد ذلك.

٣- درجة التشبع Saturation percentage (SP)

وتعرف بأنها ذلك المستوى من المحتوى الرطوبى والذى عنده تمتلئ جميع مسام الأرض بالماء وتقدر فى المعمل بواسطة إضافة الماء فى عينة الأرض حتى تصبح عجينة ذات سطح لامع ثم يقدر بها نسبة الرطوبة بعد ذلك. وترجع أهمية درجة التشبع لوجود علاقة تقريبية قد لا تكون صحيحة فى بعض الظروف بين درجة التشبع والسعة الحقلية وكذلك الذبول المستديم. فكثيراً ما يكون المحتوى الرطوبى عند درجة التشبع مساوياص لضعف السعة الحقلية وأربعة أمثال نقطة الذبول المستديم.

٤- المكافئ الرطوبى Moisture equivalent (ME)

يعرف بأنه ذلك المستوى من المحتوى الرطوبى معبراً عنه كنسبة مئوية للرطوبة التى تحتفظ بها الأرض وذلك بعد تشبعها ثم تعريضها لقوة طرد مركزى قدرها ١٠٠٠ جاذبية أرضية على الجرام لمدة نصف ساعة فى جهاز الطرد المركزى ويكتسب المكافئ الرطوبى أهمية فى أنه فى الأراضى الثقيلة القوام يكون مساوياً للسعة الحقلية إذا كانت قيمته ٢١ % بينما يقل عن السعة الحقلية إذا كانت قيمته أقل من ٢٣ %. وفى الأراضى المتوسطة القوام فإنه يكون مساوياً للسعة الحقلية إذا كانت قيمته تتراوح ما بين ١٢ – ١٤ % أما إذا قل عن ذلك فإنه يقل عن السعة الحقلية بكثير، وفى الأراضى الخشنة القوام نجد أنه يكون مساوياً لنصف السعة الحقلية.

٥- الماء المتاح Available water (AV)

من المعلوم كما سبق أن عملية الرى الهدف منها هو توفير الرطوبة الملائمة لنمو النبات فى عمق الجذور، وينتج من هذا أنه يجب معرفة كمية المياه المتوفرة للنبات والتى يمكن استغلالها فى عملية البخرنتح Evapotranspiration والتى يتحصل عليها من عمق من التربة. ويعرف بأنه ذلك القدر من المحتوى الرطوبى الذى يمثل الحد الأعلى له للسعة الحقلية وللحد الادنى له نقطة الذبول المستديم.

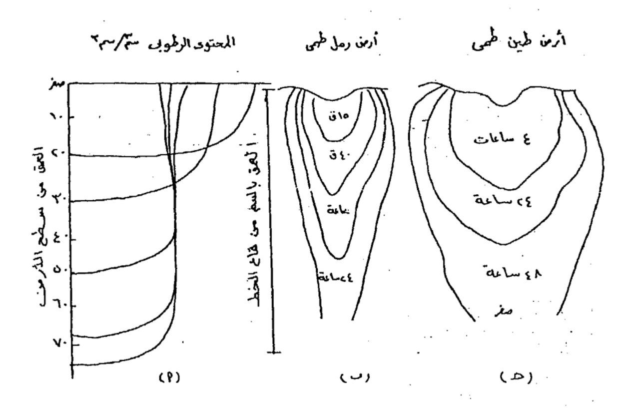
وتوجد عدة عوامل تؤثر على هذا الماء المتاح للنبات منها الأرض وقوامها ومحتواها من المادة العضوية والأملاح وكذلك عمق قطاع الأرض.

والجدول التالى بين القيم التقريبية للماء المتاح لبعض أنواع الأراضى ذات القوام المختلف محسوبة كنسبة مئوية على أساس الوزن الجاف.

قوام الأرض	السعة الحقلية	الذبول المستديم	الماء المتاح
طينية	٣١ – ٣٩ %	١٥ – ١٩ %	١٦ – ٢٠ %
سلتية طينية	٢٧ – ٣٥ %	١٣ – ١٧ %	١٤ – ١٨ %
طينية طميية	٢٣ – ٣١ %	١١ – ١٥ %	١٢ – ١٦ %
طينية	١٨ – ٢٦ %	٨ – ١٢ %	١٠ – ١٤ %
رملية طينية	١٠ – ١٨ %	٤ – ٨ %	٦ – ١٠ %
رملية	٦ – ١٢ %	٢ – ٦%	٤ – ٦ %

٦- القطاع الرطوبى Moisture profile (MP)

بعد الرى نلاحظ أن الرطوبة تتوزع بعد فترة معينة خلال عمق القطاع الأرضى بحيث يصبح القطاع متجانساً فى محتواه الرطوبى. وتتحرك المياه إلى أسفل تحت تأثير الجاذبية الأرضية كما هو موضح بالشكل التالى. وتختلف الأراضى المختلفة فى الزمن اللازم لتوزيع الرطوبة فى القاع الأراضى وذلك حسب معامل التوصيل الهيروليكى لها والذى يعتمد على قوى الشد الرطوبى فى الحالة الغير مشبعة. ويستفاد من القطاع الرطوبى بعد إعادة توزيع الرطوبة به فى تحديد عمق الابتلال والزمن اللازم لذلك وكذلك النسبة المئوية للرطوبة عند أى عمق، وبذلك يمكن معرفة كمية مياه الرى اللازمة لترطيب العمق المناسب إلى السعه الحقلية.



فمثلاً الزمن اللازم لتوصيل عمق معين فى أرض رملية إلى السعة الحقلية يبلغ ساعتين تقريباً بينما يحتاج إلى نفس العمق مثلاً إلى يومين فى أرض جيرية وثلاثة أيام إذا كانت الأرض طينية.

أما بالنسبة لتوزيع الرطوبة أفقياً فى القطاع الأرضى فهذه ستعتمد على الخاصية الشعرية لهذه الأرض وذلك حتى فى وجود الماء الحر أو ماء الجذب الأرضى. ويلاحظ أن الأراضى الطينية تتصف بزيادة الحركة للمياه بواسطة الخاصية الشعرية عن الأراضى الرملية وتتوقف حركة المياه الجانبية على توفر المياه الحرة وعلى سبيل المثال فى بطن الخط عند الرى بالخطوط. ولكن إذا كان الصرف جيداً بالقطاع الأرضى يلاحظ أن الحركة الجانبية للمياه بواسطة الخاصية الشعرية تقل ولا يمكن الاعتماد عليها فى توزيع الرطوبة بصورة متجانسة فى الاتجاه الأفقى ويتضح ذلك من الشكل السابق.

رابعاً: طرق قياس المحتوى الرطوبى Methods of soil water measurement

تتلخص طرق قاس المحتوى الرطوبى للأرض على عدة عوامل مختلفة وذلك بطريقتين أما بطريقة مباشرة بواسطة أخذ العينات من الأرض وتقدير نسبة الرطوبة بها أو بطريقة غير مباشرة باستخدام أجهزة قياس المحتوى الرطوبى.

أ- الطريقة المباشرة: تتلخص هذه الطريقة فى جمع عينات من الأرض على الأعماق المختلفة من الأماكن المختلفة من الحقل وتعتبر هذه الطريقة الأبسط والأوسع انتشاراً، كما تعتبر أحسن طريقة لقياس المحتوى الرطوبى، وعينة الأرض التى تؤخذ يجب أن توضع فى علبة محكمة من الألومنيوم أو أى معدن آخر أو من الزجاج ويجب أن تغلق مباشرة فور وضع العينة بها وذلك لمنع الفقد بالبخر أثناء نقلها إلى المعمل، ولذلك فيجب وزن العلبة بعد ذلك مقفولة حيث تحتوى البخار الذى يتكثف بداخلها حيث كانت تحتويه عينة الأرض عند أخذها، وبعد الوزن تجفف العينة فى فرن على درجة حرارة ١٠٥ – ١١٠ م لمدة ٢٤ ساعة ثم يعاد وزنها إلى أن يثبت – ثم توزن جافة ويحسب الفقد فى الوزن الناتج عن فقد الماء من العينة. ثم ينسب وزن الماء المفقود إلى وزن العينة الجاف، وعند استخدام هذه الطريقة يجب أن تجمع العينات من عدة أماكن بالحقل ثم تخلط مع بعضها أو يقدر بها الرطوبة منفصلة. ولتمثيل المحتوى الرطوبى للأرض فى الحقل كله يأخذ متوسط الرطوبة فى العينات المأخوذة.

ب- الطريقة الغير مباشرة: فيها تستخدم أجهزة قياس الرطوبة بالأرض حيث توجد عدة أنواع من أجهزة قياس الرطوبة بالأرض دون أخذ عينات منها أو اثارتها. وتتميز هذه الطريقة بأنه يمكن بها قراءة وحساب الرطوبة المباشرة ولو أن لها بعض العيوب المختلفة.

١- التنشيومترات Tensiometers

يتكون التنشيومتر من أنبوبة من البلاستيك فى نهايتها وعاء مسامى يسمح بمرور المياه خلاله حتى فرق ضغط يساوى ٠,٨٥ ضغط جوى ثم تملأ هذه الأنبوبة بالماء المغلى والمطرود منه الهواء ثم تقفل هذه الأنبوبة من أعلى وتوصل بجهاز لقياس الضغط داخل الأنبوبة أما بمانومتر زئبقى عادى أو بواسطة عداد قياس، وعند وضع هذه الأنبوبة فى الأرض يوضع الجزء المسامى حيث توزيع الجذور. وغالباً ما يوضع جهازين على

عمقين مختلفين فى الأرض لقياس نسبة الرطوبة فى الأرض عند هذين العمقـين لجـذور النباتات. وتتم هذه العملية بحفر حفرة مساوية تقريباً لقطر الأنبوبة توضع الأنبوبـة فـى الأرض ويشبع حولها بالماء وبعد ذلك عند حدوث اتزان للماء داخـل الوعـاء المـسامى للتنشيومتر والماء الموجود فى الأرض تسجل قـراءة الـشد الرطـوبى فـى المـانومتر والمساوى لقوى الشد الرطوبى الممسوك بها الماء فـى الأرض والتـى تتوقـف علـى المحتوى الرطوبى للأرض الواحده والتى تربطهم العلاقة المتمثلة فى منحنـى الرطوبـة المميز. إذا كانت الأرض مشبعه بالماء فكما نعلم أن قوى الشد الرطوبى ستكون مـساوية للصفر وبالتالى تصبح قراءة المانومتر الفعلى بالتنشيومتر مساوية أيـضاً للـصفر وعنـد جفاف الأرض ونقص المحتوى الرطوبى نجد أن الماء الموجود فى التنشيومتر يخرج إلى الأرض ليحدث الاتزان تاركاً فراغاً يقرأ فى صـورة شـد رطـوبى معـين ويـستخدم التنشيومتر لتقدير المحتوى الرطوبى فى مجال أبحاث الرى وأيضاً لتحديد ومعرفة ميعـاد الرى المناسب للمحاصيل المختلفة. وهناك نوع من التنشيومترات يكون متـصلاً بـشبكة الرى سواء كانت الرى بالرش أو التنقيط أو خلافه وعندما يصل الـشد الرطـوبى فـى التشيومتر إلى قيمة معينة والمناسب لميعاد الرى يفتح أتوماتيكياً شبكة الرى وتتم عمليـة الرى.

٢-الكتل المقاومة للتوصيل الكهربى Electrial resistans blocks

تستخدم الكتل المقاومة للتوصيل الكهربى لقياس المحتوى الرطوبى. حيث تـستخدم كتل من الجبس يوجد بداخلها قطبين يخرج منهم سلكين معزولين فى نهايتهم وصلتين من الرصاص. تدق هذه الكتل بالأرض ويخرج منها السلكين وعند قياس المقاومـة توصـل الوصلتين الرصاص بجهاز قياس معد خصيصاً لهذا الغرض والمعاير مـن قبـل بحيـث تعطى القراءة فوراً للنسبة المئوية للماء المتاح، وتتوفر هذه الكتل فـى أحجـام وأشـكال مختلفة وهى حساسة لقراءة المدى المنخفض للماء المتاح بالأرض. ولا يجب أن تـستخدم فى الأرضى المشبعة جداً بالماء أو الرديئة الصرف ومدى حساسية هذا القيـاس كبيـرة بحيث يمكن قراءة الماء المتاح حتى الوصول إلى ٢٥ % فقط أى قبل الوثول إلى نقطـة الذبول وتقل حساسيةهذه الكتل الجبسية فى التركيزات المرتفعـة نـسبياً مـن الأمـلاح بالمحلول الأرضى أما التركيزات العاليـة فتؤثر تأثيراً بالغاً على قراءتها كما انهـا

تؤدى إلى فسادها. توجد بعض الكتل المقاومة للتوصيل الكهربى المصنوعة من النـايلون أو من الألياف الزجاجية Fiberglass ولكنها حساسة للتغير فى تركيز الأملاح أيـضاًفى المحلول الأرضى ولا ينصح باستعمالها فى الأراضى المتوسطة أو المرتفعـة الملوحـة. ومن حين لآخر بعد استعمال هذه الكتل يجب معايرتها عند إعادة استخدامها. وعموماً عند استخدام هذه الطريقة يفضل عمل معايرة لهذه الكتل الجبسية مـع الارض المعينـة عنـد محتويات رطوبة معروفة. وعموماً هذه الأخيرة تستخدم لتحديد مدى التغير فى المحتـوى الرطوبى وتستخدم كدليل لميعاد الرى. وهناك نوع من الكتل الجبسية يكون متصلاً بشبكة الرى وعندما يصل المحتوى الرطوبى فى الأرض إلى قيمة معينة والمناسب لميعاد الرى يفتح أتوماتيكياً شبكة الرى وتتم عملية الرى.

٣- طريق تشتت النيترونات Neutron prob

تعتبر هذه الطريقة من أحدث الطرق لقياس المحتوى الرطوبى وذلك علـى أسـاس الحجم وتعتبر مناسبة لقياس المحتوى الرطوبى فى القطاع الأرضى كله ولكنها تكون غير دقيقة عند استخدامها لقياس الرطوبة قرب السطح أو عند عمق محدود صغير من الأرض ولو أنه حديثاً أمكن إجراء بعض التعديلات التى تسمح بقراءة الأعماق السطحية وتتميـز بأنها طريقة مناسبة لقياس الرطوبة خلال الموسم فى مكان واحد دون إحـداث أى اثـاره للأرض وتعطى المحتوى الرطوبى مباشرة. ولكن الجهاز مرتفع الـزمن ويخـرج منـه الاشعاع ولهذا يجب أن يستخدم بحرص للمواد المشعة. كما أن حجم الأرض الذى يقـاس فيه المحتوى الرطوبى يختلف باختلاف نسبة الرطوبة فى الأرض. وفى الوقـت الحـالى تعتبر هذه الطريقة المستخدمة فى البحوث فقط وليس على المـستوى الانتـاجى لقيـاس الرطوبة فى الأراضى الزراعية. وتتلخص هذه الطريقة فى وجود مصدر مـشع يخـرج عدد من النيترونات وعند تشتتها فى الأرض تصطدم بذرات الهيدروجين الموجوده بالماء والمساوية لها فى الوزن حيث ترتد إلى الجهاز وتقاس النيترونات المرتدة والتى يتوقـف عددها على المحتوى الرطوبى للأرض.

٤- طريقة أشعة جاما Gamma ray attenuation

فى هذه الطريقة تمرر حزمة من أشعة جاما ذات الكثافة المعلومة خـلال عمـود التربة ثم يقاس الانخفاض فى كثافة الحزمة بعد مرورها وهذا الانخفاض له علاقة بكتلـة

المادة التى مر خلالها. وهذه الطريقة تستخدم غالباً تحت الظروف المعملية ولكـن أمكـن عمل جهاز للقياس بالحقل وموجود الآن على نطاق تجارى تطبيقى. وتتميز هذه الطريقـة عن طريقة تشتت النيترونات فى أنها يمكن أن تقيس المحتوى الرطوبى فى أعماق ضـيقة للغاية.

٥- طريقة **Time domain reflectometer**

تعتبر هذة الطريقة أحدث الطرق لقياس المحتوى الرطوبى حتى وقتنا الراهن ولا يتسع المجال لذكرها فى الوقت الحاضر.

أسئلة

١- أستخدم مت اسطوانة (قطرها ٦ سم وأرتفاعها ٨ سم) لأخذ عينة أرض من الحقل بهدف تقدير الكثافة الظاهرية ثم وضعت العينة فى فرن على درجة حرارة ١٠٥ °م لتجفيفها فكانت النتائج كالأتى :

-وزن الاسطوانة فارغة = ٧٠٠ جم

-وزن الاسطوانة وبها عينة الأرض (من الحقل) = ١٠٣١ جم

-وزن الاسطوانة وبها عينة الأرض بعد تجفيفها بالفرن (معمليا) = ١٠٠٠ جم

أحسب الكثافة الظاهرية للأرض ؟

٢- قدرت الكثافة الظاهرية للأرض فى الحقل فكانت ١,٥٧ gm / cm^3. أحسب وزن الفدان لهذه الأرض لعمق ٣٠ سم.

٣- أخذت عينة من الأرض الرطبة فى الحقل بواسطة اسطوانة أخذ العينات ثم جففت فى الفرن وكانت النتائج كالأتى: - وزن عينة الأرض الرطبة = ١١٠٠ جم

- وزن عينة الأرض الجافة = ٩٥٠ جم - حجم الاسطوانة = ٧٥٠ سم^3

أحسب المسامية لهذه التربة ؟

٤- فى السؤال رقم (١) و (٣)، احسب المحتوى الرطوبى على أساس الوزن والحجم ثم احسب نسب المكونات الثلاثة (على أساس الحجم) لهذه الأراضى .

٥- احسب فى السؤال رقم (١) و (٣) المحتوى الرطوبى على أساس الحجم عند التشبع $\theta_{v.sat}$ ودرجة التشبع للعينات والمسامية الهوائية .

الباب الخامس

علاقة الأرض والماء والنبات

Soil - Water - Plant Relationship

كما علمنا مما سبق أن الثلاثة نظم التى تدخل فى عملية الرى هى الأرض والماء والنبات ويجب أن تكون هذه النظم فى صورة تمكننا من مد المحصول المنزرع باحتياجه المائى حيث يعرف هذا الاحتياج المائى بأنه كمية المياه التى يحتاجها المحصول فى فترة محدودة (موسم النمو) واللازمة لنموه تحت الظروف الحقلية. وتشمل هذه الكمية المياه التى تفقد فى صورة بخر نتح Evapotranspiration وكذلك الفواقد المختلفة. ويحصل النبات على هذه المياه من الأرض التى تحتفظ بالرطوبة فى منطقة الجذور. وتعرف منطقة الجذور بأنها حجم الأرض المشغولة بجذور النبات والتى يمكن للنبات أن يحصل منها على الماء. وهذه الكمية المخزنة من الماء تمثل محصلة الميزان المائى بين ما يضاف وما يفقد من الماء فى هذه المنطقة.

ويعرف الاحتياج المائى الأمثل Optimum water requirement بأنه عمق الماء المستفاد به للحصول على أقصى إنتاج للمحاصيل المختلفة وتشمل هذه الكمية رطوبة الأرض المستمدة من الأمطار وأيضا من الرى.

أولاً: احتياجات الرى للمحاصيل المختلفة Irrigation requirements for crops

تمثل احتياجات الرى لمحصول ما الكمية المعطاة فعلاً لمساحة معينة من الأرض فى فترة زمنية معينة ولتكن بالنسبة لنا الكمية اللازمة للفدان الواحد وتشمل احتياجات الرى الاستهلاك المائى (CU) Consumptive use مضافاً إليه احتياجات الغسيل (LR)

Irrigation requirements IR = CU + LR

وإذا كانت هناك أمطار ساقطة فى هذه الفترة أو حدثت تغذية من الماء الأرضى بواسطة الخاصية الشعرية نجد أن المعادلة تصبح

NIR = CU + LR - Ws-Re

حيث NIR = صافى احتياجات الرى.

W_s = كمية الرطوبة المخزنة بالتربة فى هذه الفترة.

R_e = كمية الأمطار التى مرت خلال الأرض.

وتحسب الاحتياجات المائية لفترة لنمو المحاصيل المختلفة وذلك بحساب المكونين لها وهى الاستهلاك المائى Consumptive use لهذه الفترة وكذلك الاحتياجات الغسيلية اللازمة لغسيل الأملاح من منطقة الجذور.

والجدول التالى يبين احتياجات الرى للمحاصيل المختلفة طول فترة النمو

المحصول	طول موسم النمو باليوم	الاحتياجات المائية الكلية م^{3}/هكتار	الاحتياج المائى اليومى م^{3}/هكتار	متوسط الاحتياج المائى مم/يوم
الشعير	٨٨	٣٦٠٠	٤١	٤,١
القطن	٢٠٢	١٠٧٠٠	٥٣	٥,٣
الفول السودانى	١٢٤	٦٦٠٠	٥٣	٥,٣
الذرة	١٠٠	٤٥٥٠	٤,٦	٤,٦
الأرز	٩٨	١٠٦٠٠	١٠٩	١٠,٩
قصب السكر	٣٦٥	٢٤٠٠٠	٦٦	٦,٦
القمح	٨٨	٣٧٥٠	٤٣	٤,٣

١- الاستهلاك المائى: Consumptive use(CU)

يعرف بأنه عبارة عن كمية المياه التى تستهلك بواسطة النبات والتربة النامى عليها البنات وذلك على الصورة التالية:

١- المياه المفقودة بالبخر من التربة Evaporation (E)

٢- المياه التى استهلكت فى النتح من النبات Transpiration (T)

٣- المياه الموجودة فى أنسجة النبات والتى تستعمل فى العمليات البيولوجية.

ولكن إذا علمت أن كمية المياه الموجودة فى النبات فى نهاية الموسم الزراعى لا تتعدى فى الواقع ١% من مجموع الفقد بالبخر والنتح Evapotranspiration (ET) فمن الممكن أن نساوى الاستهلاك المائى بمقدار النتح والتبخر CU≅ET

أى أن الاستهلاك المائى هو كمية التى تتحول من الصورة السائلة Liquid إلى الصورة البخارية Vapor خلال عمليات البخر والنتح.

ومن المعروف أنه يلزم ٥٨٥ سعر (585cal) من الحرارة لتحويل واحد جرام من الماء من الصورة السائلة إلى الصورة البخارية عند درجة ٢٠° مئوية وهذه تعرف بالحرارة الكامنة للتبخير Latent heat of vaporization (Hv)

وعلى ذلك فلكى يستهلك الماء لابد من وجود طاقة حرارية فى البيئة المحيطة بـه ويتوقف معدل استهلاك الماء على كمية هذه الطاقة وعلى نوع النبات نفسه ونـوع التربـة ومصدر الطاقة الحرارية وهو الحرارة الشمسية حيث تخرج من الشمس كمية من الأشـعة الكلية وهى Ra (Extra – terrestrial radiation) وهذه تختلف حسب موقع المنطقة مـن خطوط الطول المختلفة Latitudes وحسب فصول السنة المختلفة وتختلف ايضافى نـصف الكرة الشمالى عنة فى نصف الكرة الجنوبى. وأما الأشعة الشمسية الساقطة والتى تصل إلى الغلاف الجوى يمكن تمثيلها بالقيمة R_s والتى يمكن إيجادها من العلاقة التالية:

$$R_s = (0.25+0.50n/N)Ra$$

حيث (n) عدد ساعات سطوع الشمس اليومية الفعلية والتى تختلف حـسب نـسبة الغيوم أو السحب. (N) هى عدد ساعات سطوح الشمس الممكنة فى نفس اليوم فى حالة عدم وجود سحب نهائياً.

وأما صافى الأشعة الشمسية التى تصل إلى سطح الأرض فيمكن تمثيلها بالمعادلـة التالية:

$$R_n = R_s\,(1\text{-}r)\,R_{nl}$$

R_n = صافى الأشعة الساقطة $Cal\ cm^{-2}\ min^{-1}$

R_s = الأشعة الشمسية الساقطة $Cal\ cm^{-2}\ min^{-1}$

r = معامل الانعكاس (للأشعة قصيرة الوجه)

R_{nl} = الأشعة المرتدة (للأشعة طويلة الوجه)

والأشعة الساقة (R_s) جزء منها ينعكس (قصير الموجه) وجزء يمتص وجزء ثالث ينتقل خلال التربة. فلو عبرت عن الأجزاء الثلاثة فى صورة معاملات.

أ- معامل الانعكاس (r).

ب- معامل الإمتصاص (a).

ج- معامل الإنتقال (t).

ويصبح مجموع المعاملات الثلاثة يساوى الوحدة $r + a + t = 1$

ويختلف بالطبع قيمة معامل الانعكاس (r) باختلاف طبيعة السطح الساقطة عليه

الأشعة، فمعامل الانعكاس للتربة الغير منزرعة بالنبات يتراوح بين ٠,١٠ إلى ٠,٢٣ بينما في حالة التربة المنزرعة بالمحاصيل يتراوح بين ٠,١٥ إلى ٠,٣٠.

وتبلغ قيمة الأشعة المرتدة فى اليوم المشمس العادى $R_{nl} = 82\ cal^{-2}\ day^{-1}$

وصافى الأشعة الساقطة (R_n) يستعمل فى عدة نواحى:

أ- جزء يستعمل فى عمليات البخرنتح (ET).

ب- جزء يتحرك فى التربة ويعمل على تسخينها (S).

ج- جزء يتحرك لأعلى فى الجو (Q).

د- جزء يستعمل فى عملية التمثيل الضوئى للنبات Photosynthesis (١-٣%).

هـ- جزء يستعمل فى تسخين النبات نفسه (١%).

ويطلق عادة على الجزء (ب) بالحرارة السارية للأرض Sensible heat of soil وعلى الجزء (ج) بالحرارة السارية للجور Sensible heat to atmosphere.

وقد سميت هذه الأنواع بالحرارة السارية لأنها تسير أو تتحرك بمجرد وجود أى تدرج فى درجة الحرارة Temperature gradient.

ويمكن حساب الأشعة الساقة (R_n) بالمعادلة الآتية:

$$R_n = ET + S + Q$$

ويجب ملاحظة أنه كلما كانت التربة رطبة فإن الطاقة معظمها سيستخدم فى تبخير الماء الموجود وتصبح حركة الحرارة فى التربة قليلة. وكلما جفت التربة زادت كيمة الطاقة المستخدمة فى تسخين التربة بالتالى تزداد درجة حرارة التربة حتى إذا ما وصلت لمستوى أعلى من درجة حرارة الجو ففى هذه الحالة ستفقد التربة بعض حرارتها كحرارة سارية Sensible heat إلى الجو.

يجب ملاحظة توحيد (تجانس) الوحدات المستعملة عند استخدام المعادلات السابقة. فمثلاً إذا كانت وحدات الحرارة المستعملة سعر لكل وحدة مساحة فى وحدة الزمن ($Cal\ cm^{-2}\ day^{-1}$) فيجب أن تستعمل هذه الوحدات لكل أجزاء الحرارة المختلفة وحيث أن الاستهلاك المائى (CU) أو البخر نتح (ET) يأخذ عادة وحدات معدل ($cm\ day^{-1}$) فأنه يلزم ضربها فى قيمة الحرارة الكامنة التبخير (H_v) لكى تحصل على وحدات الحرارة السابقة.

$$ET \times Hv = \frac{cm}{day} \times \frac{cal}{gm},$$

(على أساس كثافة الماء تساوى واحد)

$$= \frac{cm}{day} \times \frac{cal}{cm^3}$$

$$= Cal\ cm^{-2}\ day^{-1}$$

طرق تقدير الاستهلاك المائى للمحاصيل

يمكن التعبير عن كمية الماء التى يستهلكها النبات أو المحصول من منطقة جـذور وذلك فى صورة معدل ارتفاع عمود ماء فى اليوم واتفق أن يكون مم/ يوم. وهـذا المعـدل سوف يختلف تبعاً للظروف المناخية وأيضاً تبعاً لنوع المحصول أو النبات المنزرع كمـا أن الاستهلاك المائى للمحصول الواحد يختلف أيضاً تبعاً لمراحل نموه المختلفة. ولهذا يكون من الأهمية بمكان تقدير المعدل وتوجد عدة طرق لتقدير ذلك:

أ- الطرق المباشرة:

وفيها يقدر الفقد فى المحتوى الرطوبى الذى استهلكه النبات من منطقة الجذور فـى فترة زمنية محددة أما بحساب المفقود من المياه من خزانات تملأ بـالأرض ويـزرع فيهـا النبات تحت نفس الظروف الحقلية والتى تعرف باسم الليسيمترات وذلك عن طريق الفقد فى وزنها أو فى حجم كمية المياه التى تمد الليسمتر. وأما تأخذ عينات من الأرض يقـدر فيهـا الرطوبة فى منطقة الجذور فى أول الفترة وفى نهايتها وذلك من قطع تجريبية حقليـة معـدة لذلك. وتقسم الطرق المباشرة الى:

أ-١ طريقة الليسمترات.

ب-١ طريقة الإتزان المائى لعمق الجذور.

الليسمترات Lysimeters: يعرف الليسيمتر Lysimeter على أنه "وعاء كبيـر يحتوى على حجم من الأرض فى نظام مغلق وذات عمق كافى للمـو الجـذور، وتوضـع الأرض فى الليسميتر بنفس الترتيب والتعاقب لطبقات الأرض المحيطة ولها نفـس الكثافـة الظاهرية كما أن مستوى الأرض فى الليسيمتر يكون فى نفس مستوى الأرض المحيطة بـه ويكون تحت نفس الظروف البيئية منزرعاً بمحصول حقلى وذلك بغرض تقدير الإسـتهلاك الفعلى ETact أو أقصى استهلاك مائى ETm أو تقدير جهد البخر نتج ETp عند زراعته

بنبات قصير نشط النمو (حشيشية ليبيادى فلورا) أو بدون زراعة لتقدير البخر من سطح أرض غير منزرعة وأيضاً يمكن استخدامه فى تقدير مساهمة مستوى الماء الأرضى فى الاستهلاك المائى أو تتبع توزيع الأملاح خلال قطاع التربة وأيضاً يمكن من خلاله معرفة حجم المياه المنصرفة بالرشح العميق من الأرض والتى يتوقف عليها معرفة مقننات الصرف لغرض تصميم مصارف ذات مقاطع ومسافات مناسبة.

لذلك تهدف الليسيمترات فى المقام الأول إلى رفع كفاءة استخدام المياه إلى أقصى درجة من إنتاجية المحصول.

أنواع الليسيمترات Types of lysimeters

يمكن تقسيم الليسيمترات إلى نوعين:

أ- ليسيمترات وزنية Weighing lysimeters

وتعتمد فى قياس الإحتياج المائى على قياس التغير فى وزن الليسيمتر خلال فترة معينة فزيادة الوزن لليسيمتر يدل على أعطاءه كيمات مياه عن طريق الرى أو المطر أما نقص وزن الليسيمتر يدل على فقد المياه من خلال البخر نتح Evapotranspiration. ففرق الوزن خلال فترة معينة يدل على البخر نتح خلال تلك الفترة.

والليسيمترات الوزينة يمكنها قياس البخر نتح ET بدقة عالية تصل إلى ٠,٠٣ - ٠,٠٥ مم خلال فترات متقاربة (ساعة أو يوم) ولكن من عيوب هذه الليسيمترات ارتفاع تكلفتها فقد تصل تكلفة الليسيمتر الواحد إلى حوالى ١٠٠ ألف دولار ويتم إنشاءه فى حوالى ٣ شهور وتحتاج إلى شخص متخصص لتشغيلها.

وتوجد أنواع عديدة من الليسيمترات الوزنية:

١- ليسيمترات وزنية ميكانيكية Mechanical weighing lysimeters

٢- ليسيمترات وزنية الكترونية Electronic weighing lysimeters

٣- ليسيمترات وزنية هيدروليكية Hydraulic weighing lysimeters

٤- ليسيمترات وزنية عائمة Floating weighing lysimeters

وتعتمد كل الأنواع السابقة على قياس فرق الوزن خلال فترة معينة ولكن تختلف من خلال التصميم الخاص بقياس الوزن ولن يتسع المجال هنا لدراستها.

ب- ليسيمترات حجمية Volumetric lysimeters

وتعتمد فى قياسها للإستهلاك المائى على القياس الحجمى لكميات المياه الداخلة (مطر أو رى) وكيمات المياه المنصرفة بالرشح العميق. ويدل الفرق بين كميات المياه المضافة وكميات المياه المنصرفة خلال فترة معينة على الإستهلاك المائى خلال تلك الفترة.

ومن مميزات الليسيمترات الحجمية أنها سهلة الإنشاء ورخيصة الثمن مقارنة بالليسيمترات الوزنية ولكنها ذات دقة أقل ويتم قياس الإستهلاك المائى خلالها فى فترة ٧-١٠ أيام على الأقل وتقسم الليسيمترات الحجمية إلى عدة أنواع أيضاً:

١- ليسيمترات حجمية بدون ماء أرضى

Volumetric lysimeters without water table

وتعتمد فى قياس الإستهلاك المائى على قياس الفرق بين كميات المياه المضافة وكيمات المياه المنصرفة خلال فترة معينة وتعتمد على المعادلة التالية:

$$ET = (P + I - D \times 10)/N$$

ET ← البخر نتح خلال فترة معينة مم/يوم.

P ← كميات الهطول الساقطة سم.

I ← كمية مياه الرى المضافة سم.

D ← كمية المياه المنصرفة سم.

N ← الفترة بين الريات. يوم.

وهذا النوع من الليسيمترات هى أبسط وأكثر الأنواع إنتشاراً.

ليسيمترات ذات مستوى ماء أرضى ثابت:

Compensation lysimeters with constant water table

وفيها تحسب كمية المياه المفقودة بالبخر نتح عن طريق معرفة كمية المياه اللازمة إضافتها للحفاظ على مستوى الماء الأرضى عند المستوى الثابت.

ليسيمترات ذات مستوى ماء سطحى ثابت

Compensation lysimeters with constant water level.

وفيها يتم الحفاظ على مستوى ثابت من الماء فوق سطح الأرض داخل الليسيمتر وتعمد فى قياسها للاستهلاك المائى على قياس كيمات المياه اللازمة للحفاظ على المستوى الثابت للمياه فوق سطح الليسيمتر.

وكل الأنواع السابقة لليسيمترات الحجمية يكون لها شكل تصميمى هندسى مختلف عن الآخر. فالنوع الأول يجب أن يكون تصميمه يسمح بصرف كل المياه الزائدة عن السعة التشبعية للأرض داخل الليسيمتر بينما النوع الثانى يصمم على أن تحبس المياه لعمل مستوى ماء أرضى ثابت داخل الليسيمتر أما النوع الثالث يجمع بين النوعين السابقين.

ولقد قام المؤلف بتصميم ليسيمتر يجمع فى مميزاته بين الثلاث أنواع السابقة ويمكن استخدامه كالليسيمتر بدون مستوى ماء أرضى أو بمستوى ثابت من الماء الأرضى أو مستوى ماء ثابت فوق سطح الأرض داخل الليسيمتر. وقد تم إنشاء وحدات عديدة منه فى مناطق متفرقة من جمهورية مصر العربية وذلك بهدف الحصول على بيانات دقيقة للإستهلاك المائى تحت الظروف المناخية المتباينة وكان أول إنشاء سنة ١٩٨٦ فى مدينة جنوب التحرير ثم ١٩٨٧ فى مدينة النوبارية ثم تم إنشاء وحدتين فى مزرعة الكلية بأبيس عام ١٩٨٩. وتم إنشاء ثلاث وحدات عملاقة فى منطقة بنجر السكر عام ١٩٩٥ وسوف نركز فى دراستنا على هذا النوع المتطور من الليسيمتر من حيث إنشاءه وتشغيله.

الليسيمترات الحجمية الحقلية Field volumetric lysimeters

وسوف يتم دراستها فى عدة نقاط:

- تصميم الليسيمتر.
- وضع الليسيمتر فى المكان المناسب.
- إعداد الليسيمتر للتعبئة.
- تعبئة الليسيمتر.
- معايرة الليسيمتر.
- زراعة الليسيمتر وتشغيله.

تصميم الليسيمتر:

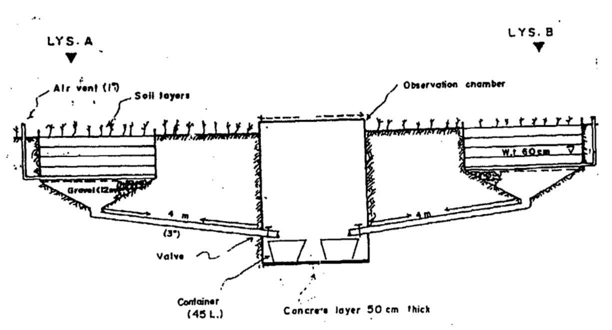
تم تصميم الليسيمتر بواسطة المؤلف ويتكون الليسيمتر من وعاء دائرى قطره ٢٥٥ سم وطوله ١٠٠ سم وينتهى بجزء مخروطي بطول ٥٠ سم وذلك لسهولة صرف المياه الزائدة وتخرج من أدنى منسوب من جسم الليسيمتر ماسورة بقطر ٢,٥ سم للتهوية والتى من خلالها يمكن قياس مستوى الماء الأرضى فيها. ويخرج من أسفل الليسيمتر ماسوره بقطر ١٠ سم للصرف وجميع الأجزاء السابقة مصنوعة من حديد سمكه ٨ مم بتكلفة ١٠٨٨ جنيه للوحدة عام ١٩٨٦.

معايرة الليسيمتر:

تم معايرة الليسيمتر عن طريق إضافة حجم معلوم من المياه إلى الليسيمتر وتغطيته بورق بلاستيك وذلك لمنع البخر واستقبال كمية المياه المنصرفة على مدى عدة أيام حتى تتوقف. ويعزى الفرق بين كمية المياه المضافة والمنصرفة إلى السعة التخزينية لحجم الأرض داخل الليسيمتر. وقد كرر هذا العمل عدة مرات أيضاً وذلك لإعادة وضع الأرض إلى توزيعها الطبيعي بواسطة دورات التجفيف والإبتلال.

زراعة الليسيمتر وتشغيله:

تم زراعة الليسيمتر بنفس المعدل للأرض المحيطة ويخضع لجميع العمليات الزراعة من رش وتسميد وعزيق فى نفس الوقت مع الأرض المحيطة به فيما عدا كميات المياه والتى تضاف حسب الغرض من تشغيله. والشكل التالى يبين وحدة كاملة من الليسيمترات التى أنشأت فى مزرعة الكلية ــ أبيس عام ١٩٨٩.



Vertical cross section of lysimeter experimen'

وضع الليسيمتر فى المكان الأمثل:

تم وضع الليسيمتر بجانب محطة الأرصاد وذلك لسهولة الحصول على بيانات مناخية ممثلة للمنطقة محل الدراسة ومن الجدير بالذكر أن الأرض المحيطة بالليسيمتر Surrounding area يجب ألا تقل مساحتها عن ٢٠٠ ضعف لمساحة الليسيمتر حتى يمكن الحصول على نتائج دقيقة.

أعداد الليسيمتر للتعبئة:

تم إعداد الليسيمتر للتعبئة بوضع فلتر من الزلط ذات أقطار من ١٢ مم فى الجزء المخروطى ثم تم وضع فلتر من الألياف فوق شبكة من السلك والتى توضع فى أدنى منسوب من جسم الليسيمتر فوق الفلتر الزلطى. والزلط والألياف يمثلان فلتر لليسيمتر وذلك لمنع إنهيار التربة داخل الليسمتر مما قد يؤدى إلى إنسداد ماسورة الصرف. وبعد وضع الليسيمترات فى الأرض تم إنشاء غرفة تجميع وذلك لتتبع القياسات الحجمية لكميات المياه المنصرفة من اليسيمتر.

تعبئة الليسيمتر:

تم تعبئة الليسيمتر بنفس ترتيب وتعاقب طبقات الأرض المحيطة وبنفس الكثافة الظاهرية. لذلك قسم القطاع الأرضى إلى طبقات ٢٠سم وتم حساب كميات التربة اللازمة لملأ حجم الليسيمتر المطلوب ودكها إلى العمق المكافئ للحصول على نفس الكثافة الظاهرية للطبة. كما هو موضح فى الجدول التالى:

أوزان طبقات الأرض المستخدمة فى تعبئة الليسيمتر.

Soil Layers (cm)	Bulk density (gm/cm^3)	θ_w %	Weight of soil layers (Kg)	
			Oven-dry Weight	Applied weight
0-20	1.18	7.80	1205.0	1298.6
20-40	1.08	7.95	1102.6	1190.21
40-60	0.71	9.90	724.8	796.60
60-80	0.57	30.40	581.9	758.8
80-90	0.55	16.17	280.7	326.1

أ-٢ طريقة الإتزان المائى لعمق الجذور:

يتم فى هذه الطريقة أخذ عينات الرطوبة من عمق الجذور علـى فتـرات مختلفـة ومتابعة ما يفقد من الرطوبة الأرضية فى فترة زمنية وذلك بتقدير ما دخل لعمـق منطقـة الجذور من مياه وما تبقى ومنه يمكن حساب معدل الفقد اليومى مم/يوم أو ما يطلب تعويضه من مياه مفقودة بالبخرنتح من عمق الجذور بواسطة النبات.

مثال: أحسب الاستهلاك المائى مم/يوم لمحصول الذرة لفترة عشر أيام إذا أعطيـت البيانات التالية:

عمق الجذور 30cm.

الكثافة الظاهرية $1.1\ gm/cm^3$.

السعة الحقلية على أساس الوزن الجاف F.C = 40%.

نسبة الرطوبة الوزنية بعد عشر أيام $P_W = 20\%$.

$$d_{fc} = \frac{40}{100} x1.1x30 = 13.2cm.$$

$$Dp_W = \frac{20}{100} \times 1.1 \times 30 = 6.6\ cm$$

$$S.D. = 13.2 - 6.6 = 6.6cm$$

$$Cu = \frac{66}{10} = 6.6\ mm / day$$

ب- الطرق الغير مباشرة:

وفيها يتم تقدير ما يعرف بأسـم البخـر نـتح القياسـى (ETo) Reference Evapotranspiration والذى يعكس تأثير المناخ على البخر نتح للمحاصـيل المختلفـة ويعرف البخر نتح القياسى ETo بأنه معدل البخر نتح من مسطح أرض ينمو به حـشيش أخضر نشط النمو يتراوح طوله بين ٨ - ١٥ سم يغطى السطح تماما ولا يعانى مـن أى نقص فى المحتوى الرطولى للأرض.

ولتقدير معدل الاستهلاك المائى للمحصول تطبق المعادلة التالية:

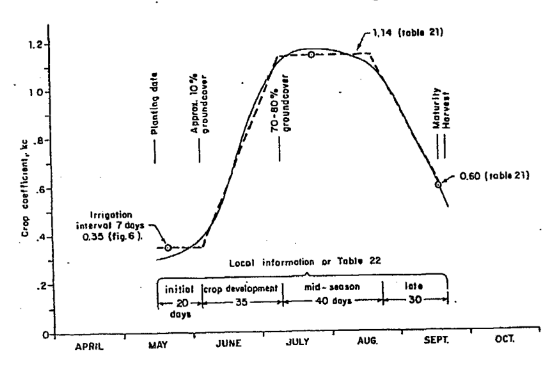
$$ET_{crop} = K_C\, ET_O$$

حيث ET_{crop} = البخر نتج للمحصول مم / يوم.

ET_O= البخر نتج القياس مم / يوم.

K_C= معامل النبات أو معامل المحصول.

وتختلف قيمة معامل النبات بالنسبة للمحصول تبعا لفترات النمو حيث تقل قيمتــه فى بداية موسم النمو ثم تزداد فى منتصف موسم النمو وتقل مرة أخرى فى نهاية الموسم وعند الحصاد ويمكن توضيح ذلك بالشكل التالى:



وعموما فإن قيمة K_C لمعظم المحاصيل لطول فترة النمو تتراوح بـــين ٠,٨٥ – ٠,٩ ما عدا الموز والأرز والبن والكاكاو والتى يزيد فيها قيمة K_C عن ذلك بينمـــا تقـــل للموالح والعنب والأناناس.

طرق قياس البخرنتج القياسى: ET_O

كما سبق أن ذكرنا بأن قيمة ETo تعكس الظروف المناخية المختلفة ولهذا يمكن حساب البخر نتج القياسى بعدة طرق تشترك جميعها فى تقدير مجموعـــة مـــن البيانـــات المناخية الزراعية التى يمكن أن يتحصل عليها أو تقدر بواسطة محطـــة أرصـــاد جويـــة زراعية وسنذكر منها على سبيل المثال:

درجة الحرارة العظمى:(Maximum temperature, T, °C)

درجة الحرارة الصغرى: (Minimum temperature, T, °C)

متوسط الرطوبة النسبية: (Relative humidity, RH, %)

عدد ساعات سطوع الشمس: (Actual sunshine duration, n, hr/day)

الإشعاع الشمسى: (Solar radiation, R_s, Cal m^{-2} d^{-1})

صافى الإشعاع الشمسى (Net solar radiation, R_n, Cal m^{-2} d^{-1})

سرعة الرياح بالنهار: (Wind speed, U, Km/day)

البخر من الوعاء القياسى: (Pan evaporation, Epan, mm/day)

وهناك العديد من الطرق سنذكر منها ثلاثة طرق فقط والتى تعارف عليهـــا فـــى المناطق المختلفة من العالم وهى:

ب – ١ – طريقة بنمان المعدلة Modified Penman method

وفيها يقدر البخر نتج القياسى باستخدام القيم المتوسطة للبيانات المناخيـــة التـــى سبق ذكرها ما عدا البخر من الوعاء القياسى وتطبق المعادلة التالية:

$$ET_O = C\,[(W.R_n + (1 + W).\ f(U).\ (e_a - E_d)]$$

حيث ..

$(e_a - E_d)$ = Vapor pressure deficit

f(U) = Wind function, f (U) = 0.27 (1 + U / 100), U in Km/day measured at 2 m above the soil surface.

R_n = extra – terrestrial radiation (R_n=R_s (1-r) R_{nl}) as mentioned above.

W= Temperature and altitude dependent weighting factor.
C= Adjustment factor

وتوجد الأن برامج لحساب قيم البخر نتح القياسى باسخدام الحاسب الألى واكثرها شـيوعا برنامج Cropwat الصادر عن منظمة الأغذية والزراعة FAO

ب- ٢- طريقة الأشعاع Radiation method

البيانات المناخية المستخدمة فى هذه الطريقة هى متوسط درجة الحرارة، متوسط ساعات سطوح الشمس الفعلية، متوسط الإشعاع الشمسى، ومتوسـط الرطوبـة النـسبية، ومتوسط سرعة الرياح فى النهارعند ارتفاع ٢ متر من سطح الأرض.

ويحسب البخر نتح القياسى بطريقة الأشعاع باستخدام المعادلة التقريبية التالية:

$$ET_O = C\ (W.Rs)$$

حيث:

Rs= measured mean incoming shortwave radiation as mentioned
W = Temperature and altitude dependent weighting factor.
C= Adjustment factor.

ب- ٣ – طريقة وعاء البخر: Pan Evaporation

والبيانات المناخية المستخدمة فى هذه الطريقة هى متوسط البخـر مـن الوعـاء القياسى (Epan, mm/day) والقيم المقدرة لمتوسط الرطوبة النـسبية ومتوسـط سـرع الرياح (U, km/day) على ارتفاع ٢ متر وبيانات عن إذا ما كان الوعاء محاطا بـأرض منزرعة أو أرض غير منزرعة وجافة.

ويمكن حساب البخر نتح القياسى ET_O من المعادلة التالية:

حيث:

$$ET_O = K\ pan.\ Epan$$

Epan = Evaporation in mm/day from the class A evaporation pan.
Kpan= Pan coefficient.

٢- الاحتياجات الغسيلية Leaching requirements (LR)

يزداد عادة تركيز الأملاح قرب سطح التربة نتيجة العمليات البخـر واسـتهلاك الماء بواسطة النبات – ويساعد على تجمع الأملاح اقتراب مستوى الماء الأرض من

السطح ولذلك لابد من عملية الغسيل لاذابة هذه الأملاح المتراكمة وإزالتها لأسفل ما بعد منطقة الجذور. وكمية المياه التى تستعمل فى عملية الغسيل لابد وأن تكون كافيـة على الأقل لحفظ مستوى الملوحة فى منطقة الجذور عند الحد الذى لا يـؤثر علـى نمـو النبات. ورغم أن عملية الغسيل ضرورية لإستصلاح الأراضى الملحية إلا أنهـا أيـضا ضرورية لصيانة التربة ضد خطر التمليح مستقبلا. فمثلا بدلا من أن تتحول التربة إلـى أرض ملحية (نتيجة للرى المستمر بنوع معين من مياه الرى) فإنه من الممكن إطالة هذه المدة إلى ٢٠ أو ٥٠ سنة عن طريق إضافة كمية مياه إضافية فى احتياجات الرى مع كل رية لغسيل جزء من الأملاح.

الاحتياجات الغسيلية (LR) يمكن تعريفها ببساطة على أنها كمية الميـاه الـلازم مروهـا خلال منطقة الجذور حتى تحفظ مستوى الأملاح بها عند حد لا يؤثر على نمو النباتـات. وأحيانا تقدر الاحتياجات الغسيلية كنسبة مئوية من احتياجات الرى.

كما أنه لابد من التمييز بين الأملاح على أساس درجة الذوبان لكل منها فالأملاح القابلة الذوبان تترسب فى التربة بينما السريعة الـذوبان تـستمر فـى زيـادة المحلـول الأرضى. والجدول الآتى يقسم الأملاح الشائعة إلى هذين القسمين:

Solubility of salts in water (meq/L)

Low		High	
$CaCO_3$	0.5	$CaCl_2$	1000 - 2000
$Ca(HCO_3)_2$	3-12	$MgSO_4$	
$CaSO_4$	30	$MgCl_2$	
$MgCO_3$	2.5	NaCl	
$Mg(HCO_3)_2$	15–20	Na_2SO_4	

وتبدأ التربة للتتحول إلى أرض ملحية عندما يصبح تركيز الأملاح فى المحلـول الأرضى (Soil Solution) يساوى ٨٠–١٠٠ ملليمكافئ / لتر عند مستوى رطوبى يمثل

السعة الحقلية. وذلك بافتراض أن المحتوى الرطوبى عند حالة التشبع يساوى ضعف المحتوى الرطوبى عند حالة السعة الحقلية. هذه القيم من التركيز تتفق فى الواقع مع ما هو معروف أن الأراضى الملحية يكون تركيز الأملاح فى مستخلصها المائى المشبع أكبر من ٤ ملليموز / سم. حيث أن ٤ مملليموز / سم تساوى ٤ × ١٠ = ٤٠ ملليمكافئ / لتر.

ومن الممكن تحويل هذا التركيز (٤ ملليموز / سم) أيضا إلى نسبة مئوية للأملاح على أساس الوزن المائى للتربة كما يلى.

I acre of soil ....4x106 Ibs

I mmhos/cm = 2000 Ibs of salts per acre-ft of soil

4 mmhos/cm = 4 x 2000 = 2000 = 8000 Ibs. Salts

$$\frac{8000}{4x10^6} x100 = 0.2\%$$

أى أن التربة تصبح ملحية إذا كان نسبة الأملاح الموجودة فى عمق متر واحد منها تساوى ٠,٢% على أساس الوزن الجاف للتربة.

وقد اعتبر Doneen أن ملوحة الأرض تنشأ أساساً من أملاح الكلوريدات والكبريتات (العالية الذوبان) وأدخل اصطلاح يسمى جهد الملوحة لمياة الرى Potential Salinity (P.S).

P.S. = CI + ½ SO4............................meq/L...... (1)

ويجب التنويه هنا بأن النباتات المختلفة تختلف فى درجة تحملها لملوحة مياه الرى فمثلاً درجة تحمل نبات الشعير تساوى ٤ مرات درجة تحمل نبات الفول.

وقبل ذكر المعادلات المختلفة لحساب الاحتياجات الغسيلية لابد من معرفة معادلة الاتزان الملحى فى التربة .Salt balance eq.

$V_i C_i - V_d C_d - S_d - S_p - S_c$..........................(2)

V_i = حجم مياه الرى.

V_d = حجم مياه الصرف.

C_i = تركيز الأملاح الكلية فى مياه الرى.

C_d = تركيز الأملاح الكلية فى مياه الصرف.

S_p = الأملاح التى ترسبت فى التربة من مياه الرى.

S_d = الأملاح المذابة من معادن التربة.

S_c = الأملاح المذابة بواسطة المحلول.

ومع الافتراض أن قيم كل من S_p، S_d ، S_c صغيرة فيمكن اختصار المعادلة ٢ عند الأتزان الى

$$V_iC_i - V_d C_d = 0 \quad \text{or} \quad \frac{V_d}{V_i} = \frac{C_i}{C_d} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

حساب الأحتياجات الغسيلية: Computing of LR

من الممكن استعمال المعادلة (٣) المستنبطة من الميزان الملحى لتقدير (LR) كالآتى: إذا أخذنا التوصيل الكهرباى (E) مقياس التركيز الملوحة:

$$LR = \frac{1}{e} \quad \frac{EC_i}{EC_{ss}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

EC_i = التوصيل الكهربائى لمياه الرى، mmhos/cm.

EC_{ss} = التوصيل الكهربائى للمحلول الأرضى (فى منطقة الجذور) الذى يختار قيمته بحيث لا تتعدى الحد الذى يتحمله النبات المعين المزروع، mmhos/cm.

e = كفاءة عملية الغسيل Leaching efficiency.

ويمكن تقدير كفاءة عملية الغسيل e بواسطة العلاقة $e = \frac{C_d}{c_r} x100$، حيث:

C_r = تركيز الأملاح الذائبة الذى يتحمله النبات فى منطقة الجذور عند نسبة رطوبة قرب السعة الحقلية (F.C.).

وأحياناً للتسهيل تستعمل المعادلة (٣) كما هى فى حساب الاحتياجات الغسيلية أى أن

$$LR = \frac{V_d}{V_i} = \frac{C_i}{C_d}$$

ملاحظة:

فى حالة سقوط مياه الأمطار فيجب تعديل قيمة التركيز C_i إلى التركيز المتوسط الفعال C_i لكلا من مياه الرى المستعملة V_i ومياه الأمطار المؤثرة R_e.

$$C_i = \frac{V_i C_i + R_e C_{Re}}{V_i + R_e}$$

معادلة Eaton لحساب LR

من المعادلات المتداولة والمفيدة عملياً فى حساب الاحتياجات الغسيلية:

$$LR = \frac{(P.S.)_i x100}{2(P.S)_{ss} - (P.S)_i} = ...(5)$$

$(P.S)_i$ = جهد الملوحة فى مياه الرى (meq/L).

$(P.S)_{ss}$ = متوسط جهد الملوحة (meq/L) فى المحلول الأرضى والذى يتحمله النبات

ويمكن من الناحية العملية أن يأخذ $(P.S.)_{SS}$ قيمة متوسطة تساوى ٤٠ ملليمكافئ/لتر فى حالة المناخ الجاف أو شبه الجاف.

مثال (١):

أحسب بالتقريب الاحتياجات الغسيلية لمحصول فى منطقة شبه جافة إذا علمت أن تركيزات الكلوريد والكبريتات فى مياه الرى كالتالى:

Cl = 420 ppm

SO_4 = 384 ppm

الحل: أنسب طريقة لحساب LR هى المعادلة (5).

$$LR = \frac{(P.S.)_i x100}{2(P.S)_{ss} - (P.S)_i} =$$

$(P.S)_i = Cl + ½ SO_4$ meq/L.

$$= \frac{420}{35.5} + ½ \frac{384}{48}$$

= 12+1/2 (8) = 16 meq/L

$$\text{Then, } LR = \frac{16x100}{80-16} = \frac{16x100}{64} = 25\ \%.$$

أن الاحتياجات الغسيلية تساوى ٢٥% من احتياجات الرى (IR).

ملاحظات هامة: فى الحقيقة يمكن كتابة معادلة Eaton فى صورة عامة كالآتى:

$$LR=\frac{C_i x100}{(C_{ss}-C_i)}$$

حيث أن C فى هذه الحالة عبارة تركيز الأملاح (سواء فى ماء الـــرى أو فـــى المحلول الأرضى) وتأخذ أى وحدات متجانسة.

معادلة Kovda لحساب LR

هذه المعادلة تأخذ فى فى الاعتبار نوع التربة (قوامها) وعمـــق مـــستوى المـــاء الأرضى وملوحته وقد وضعت الاحتياجات الغسيلية بوحدات مم ماء اللازمة لغسيل قطاع من التربة عمقه ٢ متر.

$LR = n_1 \times n_2 \times n_3 \times (4000\ S_2) \pm 100$ ....(6)

LR = الاحتياجات الغسيلية بوحدات مم (mm).

S_2 = متوسط تركيز الأملاح الموجودة فى عمق ٢ متر فى التربة كنسبة مئوية (%).

n_1 = معامل تتوقف قيمته على نوع التربية:

أرض رملية = $n_1 = 0.5$

أرض لوميه = $n_1 = 1.0$

أرض طينية = $n_1 = 2.0$

n_2 ـ معامل تتوقف قيمته على عمق مستوى الماء الأرضى

For water table depth from 1.5-2m ..... n_2=3, 2-5m ..... n_2=1.5, and 7-10m ..... n_2=1.0

n_3 = معامل تتوقف قيمته على درجة ملوحة الأرضى

الملوحة المتوسطة = for weak- medium salinity $n_3 = 1.0$

الملوحة المتوسطة = strong salinity $n_3 = 2.0$

الملوحة الشديدة جداً = very strong $n_3, = 3.0$

مثال (٢):

احسب الاحتياجات الغسيلية بوحدات المتر المكعب للفدان اللازمة لأرض لوميـــه Loamy متوسطة الملوحة لها درجة ملوحة تساوى ٢% والماء الارضى على عمق ٨ متر؟

الحل: أولاً نفترض أن نسبة الأملاح ٢% هى متوسط درجة الملوحة فى قطاع ٢ متر من التربة.

وبالتعويض فى المعادلة (٦):

$$LR = 1\times1\times1(400\times2)\pm100$$

$$800 \pm 100 \text{ mm water}$$

ولكى تحصل على قيمة LR بوحدات المتر المكعب للفدان فيجب أن تضرب فى مساحة الفدان.

$$LR = \frac{800}{1000} \times 4200 = 3360m^3/Feddan = 8064m^3/ha.$$

وهنا يجدر بنا الإشارة إلى أن عملية الغسيل ليس من الضرورى أن تتم تحت ظروف الغمر (أى غمر التربة بالماء Flooding) والتى تحتاج إلى وجود صرف جيد ولكن من الممكن إضافة الاحتياجات الغسيلية على شكل جرعات مع نظام الرش Sprinkling وبدون الاحتياج إلى وجود صرف جيد. وعموماً هناك طرق مختلفة للغسيل كل منها تخضع لشروط معينة ولا يتسع المجال لدراستها هنا.

الباب السادس
تخطيط شبكة الري ومكوناتها الأساسية



أولا: تصميم شبكة الرى:

تعرف شبكة الرى بأنها ذلك النظام الذى يقوم بتوصيل وكذلك بتوزيع المياه على الأراضى الزراعية وذلك من أحد أو أكثر من مصادر المياه التى سبق ذكرها.

وتتكون شبكة الرى من مجموعة الترع والقنوات المائية وكذلك مجموعة المنشآت الهندسية من محطات رفع وبوابات توزيع وجسور وطرق ومشايات بينها.

ومآخذ المياه من المصدر يكون مصمما بحيث يمرر كمية معينة من المياه ويدفعها فى شبكة الرى فى الوقت المناسب إما بطريقة ميكانيكية عن طريق محطات للرفع إذا كان منسوب المياه عند المصدر أقل من الأرض الزراعة وإما بطريقة مباشرة إذا كان منسوب المياه عند المصدر أعلى من الأرض الزراعة.

وشبكة الرى قد تكون مفتوحة (الترع الرئيسية وترع التوزيع) وقد تكون مغطاة فى صورة مجموعة من مواسير المياه تحت ضاغط أو بدون ضاغط أو قد تكون فى بعض أجزائها مفتوحة وفى الأخرى مغطاة.

وتتوقف كمية المياه المارة فى ترع وقنوات الرى على مساحة المقطع المارة خلاله المياه وكذلك سرعة مرور المياه ويعرف معدل سريان المياه خلال الترع والقنوات بأنه تصرف الترع وهو كمية المياه المارة فى وحدة الزمن.

تصرف الترع = مساحة المقطع × السرعة.

وتتوقف سرعة مرور المياه على:

١- شكل المجرى المائى فقد يكون مستطيلا أو شبه منحرف أو بيضاوى أو نصف دائرة ويشترك في حساب سرعة المياه بمعيار يعرف بإسم نصف القطر الهيدروليكى وهو نسبة مساحة المقطع إلى المحيط المبتل.

٢- مدى خشونة قاع وجوانب الترع والذى يتمثل فى صورة معامل يعرف بإسم معامل الخشونة والذى يختلف باختلاف المواد المبطنة للقنوات كما يتضح ذلك من الجدول اللاحق.

٣- ميل الترعة أو القناة والذى يتمثل فى فرق الارتفاع بين نقطتين على طول قاع الترعة مقسوما على المسافة بينهم.

معامل الخشونة للترع والقنوات المبطنة بمواد مختلفة.

المادة المبطنة	معامل الخشونة (n)
أرض مستوية نظيفة	٠,٠٢٥
أرض نامى بها قليل من النباتات	٠,٠٣٥
غطاء نامى بها كمية كثيرة من النباتات	٠,٠٤ – ٠,٠١٠
غطاء من الزلط والحصى	٠,٠٢٠
غطاء طينى	٠,٠١١
أسمنت مسلح	٠,٠١٥

ولحساب سرعة المياه فى الترعة والقنوات تستخدم معادلة ماننج.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

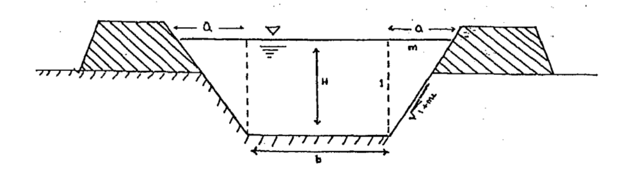
حيث V= متوسط السرعة، متر فى الثانية.

n = معامل الخشونة.

R= نصف القطر الهيدروليكى، متر.

S = ميل الترعة.

والمثال الثانى يوضح كيفية حساب تصرف ترعة أو قناة على شكل شبه منحرف كما هو موضح بالرسم التالى:



التصرف = مساحة المقطع × السرعة $Q= A x V$

مساحة المقطع بالنسبة للشكل الشبه المنحرف هى:

= القاعدة المتوسطة × الارتفاع

$$A = \frac{b+b+2mH}{2} \times H = (b + mH)H$$

وأما نصف القطر الهيدروليكى (R) = مساحة المقطع / محيط الأبتلال

$$R= \frac{(b+mH)H}{b+2H\sqrt{1+m^2}}$$

حيث b= عرض قاع القناة، متر،

m = ميل جوانب الترعة = الأفقى/الرأسى

H= عمق الماء فى الترعة، لمتر.

وبمعرفة معامل الخشونة من الجداول الخاصة به وتحديد ميل قاع الترعة وهى ميل سطح الماء بها يمكن حساب السرعة المطلوبة بتطبيق معادلة ماننج ثم حساب التصرف المار (Q) كما سبق بالتحكم أما فى عرض القناة أو ارتفاع الماء بها فى أقصى تصرف.

ويجب أن يكون عمق الترعة أو القناة مناسبة لمرور أقصى تصرف بها مضافا إليه ٠,٢ – ٠,٦ وعادة ما يكون عرض قاع الترعة أخذ هذه الأطوال ١، ١,٢، ١,٥، ١,٨، ٢,٠٠، ٢,٥، ٣,٠٠، ٤، ٥، ٤، ٥، ٦، مترا. إلخ.

وأما ميل الجوانب فيعتمد على نوع الصخر أو الأرض المارة بها الترعة فمثلا فى الأرضى الزلطية تكون فيه = ١ والأراضى الرملية = ٢ وأما إذا كانت الأرض صخرية أو من الحجر الجيرى أو طينية فتتراوح قيمته من ٠,٠١ – ٠,٧٥. وهذه الأرقام التى ذكرت سابقا قد تتغير وذلك حسب الظروف الاقتصادية والتكنولوجية للمناطق المختلفة.

وتصمم شبكة الرى كما هو موضح بالشكل التالى وتتكون من اللأتى:

١- مأخذ المياه.

٢- الترعة الرئيسية.

٣- الترعة الفرعية.

٤- ترعة التوزيع.

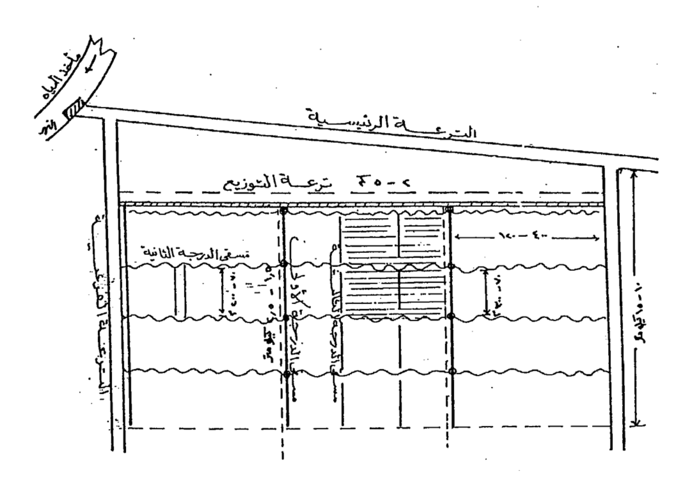
٥- مسقى الدرجة الأولى (مسقى الأحواض).

٦- مسقى الدرجة الثانية (مسقى الحوض).

٧- مسقى الدرجة الثالثة.(مسقى القطع).

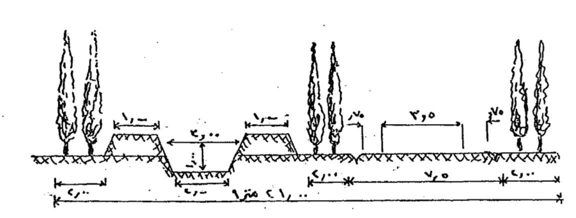
٨- شبكة الصرف.

٩- حدود الزمام.



شكل توضيحى لنظام شبكة الرى

وتضم شبكة الرى بالإضافة إلى الترع والقنوات المختلفة مأخذ المياه من النهر وكذلك الجسور والطرق والأشجار المنزرعة كما يتضح ذلك من الشكل التالى.



مثال لتوزيع شبكة الرى والطرق والجسور

أما قنوات الرى فتشمل الأتى:

١- **الرياح:** وهو الذي يقوم بنقل المياه من نهر النيل مباشـرة ويوزعهـا علـي التـرع الرئيسية وتتوفر به المياه طوال العام.

٢- **الترعة الرئيسية:** وهي عموما الترعة التي تنقل المياه من مأخذ المياه سـواء كـان النهر مباشرة أو الرياح ويجب أن يختار مسارها بحيث تمر في الأماكن المرتفعـة حتـي يسهل توزيع المياه منها بالراحة دون استخدام وسائل ميكانيكية لرفع المياه منها ولا يروي مباشرة منها بل تقوم بتوزيع المياه علي الترع الفرعية وتتواجد بها المياه طـوال العـام. ويتراوح طولها من ٧٠-٨٠ كيلو مترا وتبلغ المسافة بين الترعتين مـن ١٠-١٥ كيلـو مترا والميل ٥-٨ سم/ كيلو متر.

٣- **الترعة الفرعية:** وهي الترعة التي تأخذ مياهها من الترعة الرئيسية ويبلـغ طولهـا ١٠-١٥ كيلو متر والمسافة بين الترعتين ٢-٥ كيلو متر والميل ٨-١٢ سم/ كيلـو متـر وتقوم بتوزيع المياه على مساحة حوالى ٣٠,٠٠٠ فدان وتتواجد أيضا بها الميـاه طـوال العام أما إذا قل زمامها فقد تستخدم كترعة توزيع وبالتالى تتواجد بها المياه أثناء مناوبات الرى فقط وقد يروى منها مباشرة.

٤- **ترعة التوزيع:** وهذه الترعة تأخذ مياهها من الترعة الفرعية ويبلغ طولها من ٢- ٥

كيلو متر والمسافة بين الترعتين تتراوح بين ١,٥ – ٢,٥ كيلو متر والميل ١٢ – ١٥ سم/ كيلو متر وتقوم بخدمة مساحة ١٠٠٠ – ٢٠٠٠ فدان.

٥- **مسقى الدرجة الأولى:** وهو ضمن شبكة الرى الداخلية والتى تحتوى على مساقى من الدرجة الأولى والثانية والثالثة. ومسقى الدرجة الأولى يعرف بمسقى الأحواض ويبلغ طوله من ١,٥ – ٢,٥ كيلو متر والمسافة بين المساقى من ٤٠٠ – ١٢٠٠ مترا والميل ١٥–٢٠سم / كيلو متر ويقوم بخدمة مساحة قدرها ١٠٠ – ٣٠٠ فدان.

٦- **مسقى الدرجة الثانية:** وهو مسقى الحوشة ويبلغ طوله من٤٠٠ – ١٢٠٠ مترا وتبلغ المسافة بين المساقى ٧٠ – ٢٠٠ مترا والميل ٢٠ – ٣٠ سم / كيلو متر ويقوم بخدمة مساحة من ٢٠ – ٥٠ فدان.

٧- **مسقى الدرجة الثالثة:** وهو مسقى القطع ويبلغ طوله من ٧٠- ٣٠٠ مترا وتبلغ المسافة بين المساقى ١٠٠ – ١٢٠ مترا والميل ٣٠ – ٥٠ سم / كيلو متر ويقوم بخدمة ٥– ١٠ فدان.

٨- **المروى أو الملاية:** وهذه تخطط بصفة مؤقتة لتأخذ المياه من مسقى الدرجة الثالثة وتقوم بتوزيعها إما على الأحواض الصغيرة إذا كانت الزراعة فى أحواض أو إلى الخطوط إذا كانت الزراعة على الخطوط.

ثانياً: توزيع المياه بشبكة الرى:

من المتبع أن تقوم الدولة بحساب ما يعرف باسم المقننات المائية لشبكة الرى حيث تحسب كمية المياه التى يجب أن تنقلها ترعة معينة فى وحدة الزمن وذلك لفترة معينة لتوصيلها إلى الحقل وذلك بحساب المساحة التى تقوم بخدمتها والمقنن المائى الحقلى وهو التصرف أو كمية المياه اللازمة للفدان الواحد فى وحدة الزمن أيضاً ولتكن اليوم مثلاً ثم يضاف إلى هذا المقنن أيضاً الفقد بالرشح من القنوات أو بالبخر أثناء النقل أو بالنتح للأشجار على جانب الترعة. بعد ذلك توزع المياه على المناطق المختلفة حسب احتياجاتها فى الأوقات المختلفة من السنة وذلك بواسطة بوابات التوزيع المختلفة.

وفى مصر فرضت وزارة الرى نظاماً لتوزيع المياه على الترع يعرف هذا النظام باسم مناوبات الرى وهو فتح المياه على ترع التوزيع بالكمية اللازمة لرى زمامها

فى فترة زمنية محددة تسمى دور العمالة، ثم تمنع عنها المياه فى فترة أخرى تسمى دور البطالة والهدف من نظام المناوبات هو:

١- تنظيم توزيع المياه على المناطق المختلفة بالجمهورية.

٢- تنظيم أعمال المزارعين ومهندسى الرى.

٣- تقليل كمية المياه المفقودة عن طريق الرشح من ترع التوزيع وحماية الأراضى المجاورة لها من هذا الرشح المستمر إذ أن الترع تصبح كمصرف فى دور البطالة.

٤- أعطاء الفرصة لأعمال صيانة الترع فى دور البطالة.

والمناوبات بصفة عامة أما ثنائية أو ثلاثية

المناوبات الثنائية: وفيها تطلق المياه بالترعة لفترة زمنية ثم تقفل عنها بنفس الفترة أى أن ترع التوزيع الواقعة في زمام الترعة الرئيسية أو الفرعية تقسم إلى مجموعتين متساويين فى المساحة وتكون المياه داخلة فى الترعة الرئيسة بصفة مستمرة ثم تحول هذه المياه إلى المجموعة الأولى وتستمر بها فترة زمنية معينة ثم تقفل عنها وتحول إلى المجموعة الثانية وتستمر بها نفس الفترة الزمنية ثم تعود إلى المجموعة الأولى وهكذا. ويعتبر مجموع الفترتين مدة المناوبة والمفروض أن هذه المدة تتوقف على الفترة بين الريات.

المناوبات الثلاثية: وفيها تقسم ترع التوزيع الواقعة فى زمام الترعة الرئيسية أو الفرعية التى توجد بها المياه باستمرار إلى ثلاثة مجاميع متساوية كلما أمكن. وتطلق المياه إلى المجموعة الأولى لتستمر فترة زمنية معينة ثم تحول إلى المجموعة الثانية بنفس الفترة ثم إلى المجموعة الثالثة بنفس الفترة وهكذا تتكرر الدورة وتكون مدة المناوبة فى هذه الحالة هى مجموع الثلاث فترات.

وتقسم المناوبات فى جمهورية مصر العربية إلى الآتى:

١- **السدة الشتوية:** وتبدأ فى أوائل يناير وتنتهى فى أوائل فبراير. وفيها تمنع المياه عن جميع الترع ماعدا الترع الرئيسية والترع الملاحية الكبيرة لغرض الشرب والملاحة. وخلال هذه الفترة يتم تطهير الترع وترميمها وإنشاء أعمال الرى اللازمة.

٢- **المناوبات الربيعية:** بعد السدة الشتوية تطلق المياه فى جميع الترع بما فى ذلك ترع التوزيع لمدة حوالى أسبوعين أو ثلاثة لسد احتياجات الرى. ويبدأ بعد ذلك تنفيذ المناوبة

الربيعية وهى ثلاثية ومدة المناوبة ١٥ يوماً. ويستمر العمل بها حتى منتصف شهر أبريـل. وفى هذه الأثناء يكون جزءاً من الأرض مزروعاً بالمحاصيل الشتوية (قمح – شعير – فول – برسيم) والجزء الأخر بالمحاصيل الصيفية كالقطن.

٣- المناوبات الصيفية: وتبدأ بعد المناوبة الربيعية مباشرة وتكون المحاصيل الشتوية قد تم حصادها وأصبحت تربتها عارية (أرض شراقى) ويبدأ أعدادها لزراعة المحاصيل النيلية وأهمها الذره والأرز. وقد تكون المناوبة الصيفية ثنائية أو ثلاثية حسب نوع الزراعات.

أ- مناوبة ثنائية: ومدتها ثمانية أيام (أربعة عمالة وأربعة بطالة) وتنفذ فى مناطق زراعة الأرز لأنه يحتاج إلى فترات متقاربة فى الريات (أى كل ٨ أيام).

وفى بداية هذه المناوبات يكون جزءاً من الأرض مشغولاً بالزراعية الصيفية كالقطن وجزءاً أخر بنبات الأرز والباقى شراقى ويجب أن تكفى المياه المطلقة فى ترعة التوزيع فى الدور الواحد لرى جميع زمام الأرز + ½ زمام القطن + ¼ زمام الشراقى أى أن القطن يروى فى دورين مناوبة والشراقى فى أربعة أدوار. ثم تنظم المياه بعد ذلك بحيث تكفى فى الدور الواحد لرى جميع زمام الأرز وتكون الفترة بين رياته ٨ أيام، ½ زمام القطن، ½ زمام الذرة والفترة بين رياتها ١٦ يوماً.

ب- مناوبة ثلاثية: ومدتها ١٨ يوما (٦ عمالة، ١٢ بطالة) على ترعة التوزيع الواحدة. ويكون جزءاً من الأرض مشغولاً بنبات القطن والباقى شراقى يراد أعداده لزراعة الذرة وفى دورة المناوبة الواجدة يجب أن تكفى المياه لرى جميع زمام القطن + ½ زمام الشرافى وبعد غمر جميع الشراقى يجب أن يتم فى الدور الواحد رى جميع زمام القطن و زمام نبات الذرة. ويستمر العمل بالمناوبة الثلاثية حتى منتصف أغسطس وبالمناوبة الثنائية (مناطق الأرز) حتى منتصف سبتمبر.

٤- المناوبة النيلية: تبدأ بعد الصيفية مباشرة وهى ثلاثية مدتها ١٥ يوماً، ٥ عمالة، ١٠ بطالة. وتستمر هكذا حتى أواخر ديسمبر إذ تطلق المياه فى الأسبوع الأخير فى جميع الترع قبل السدة الشتوية وخلال هذه المناوبة تكون الأرض مشغولة بالزراعات الشتوية التى تعقب الصيفية أو النيلية ويكون الجزء الباقى أما أرض بور تعد لزراعة القطن أو مزروعة برسيم تحريش وتكون الفترة بين ريات المحاصيل المزروعة ١٥ يوماً.

الباب السابع

طرق إضافة الماء إلى الأرض

Methods of Water Application to the Soil

يضاف الماء إلى الأرض بطريقتين اما طبيعيا أو صناعيا. وطرق اضافة الماء إلى الأرض تقسم كما يلي:

أ- الإضافة الطبيعية (الأمطار):

هذه تمثل حجم المياه الساقطة على مساحة معينة ويمكن التعبير عنها بوحدات عمق من الماء على وحدة المساحات. وهذا الحجم من الماء جزء منه يفقد بالجريان السطحى وجزء آخر يرشح خلال الأرض والجزء الذى يرشح خلال الأرض جزء منه يمسك بواسطة الأرض وجزء آخر يتخلل قطاع الأرض إلى أسفله - وجزء من هذا الماء يستخدم فى عملية غسيل الأملاح فى منطقة الجذور وفى هذه الحالة لا يعتبر من الفواقد حيث يستفاد به ويعرف صافى الأمطار الفعال Net effective precipitation بأنه كمية الأمطار التى تحتفظ بها الأرض مضافا إليها حجم الماء المستخدم فى عملية الغسيل.

ب- الإضافة الصناعية للماء (الرى):

يعرف ماء الرى بأنه كمية المياه المضافة صناعيا فى عملية الرى والتى لا تشمل كمية الأمطار الساقطة. وكمية مياه الرى المستخدمة تشمل حجم الماء المخزن فى منطقة الجذور مضافا إليها كمية المياه المستخدمة فى عملية البخرنتح خلال الفترة من بداية الرى حتى وصول الأرض للسعة الحقلية. وأيضا تشمل الماء المفقود بالرشح العميق وهذا يشمل جزئين جزء فعال فى عملية الغسيل وجزء آخر غير فعال زائد عن عملية الغسيل ويغذى المياه الجوفية. ويضاف الماء الى الأرض عمليا بإحدى طرق الرى المختلفة.

طرق الرى Methods of irrigation

تختلف المساحات المروية المختلفة أو الأراضى التى تستخدم الرى فى خواصها وصفاتها من مكان إلى آخر. ويجب أن تختار طرق الرى المناسبة للأراضى المختلفة والمحاطة بظروف طبيعية معينة بحيث تناسب هذه الطرق مع تلك الظروف، ولا يشترط أن تكون الطريقة التى يتبعها أو يتوارثها مجتمع زراعى معين هى الطريقة المثلى أو المناسبة؛ فهناك عديد من العوامل التى تحدد اختيار طرق الرى. ومن هذة العوامل نوع المحصول اللازم ريه، مصدر المياه المستخدم، نفاديه الأرض للماء وكمية المياه التى يمكن أن تحتفظ بها الأرض.

ويمكن الحصول على إنتاج أمثل بصفة مستمرة من الأراضى المروية إذا أضيف الماء بحكمة ودراية بحيث يمد النبات باحتياجاته المائية الفعلية وبأقل قدر ممكن من الفواقد. وطريقة الرى التى تختار يجب أن تكفل المحافظة على الأرض والماء.

وماء الرى يمكن أن يضاف الى الأرض بإحدى الطرق التالية:

١- الرى بالغمر flooding وذلك بغمر كل سطح الأرض.

٢- الرى بالخطوط furrows وذلك بغمر جزء فقط من سطح الأرض.

٣- الرى بالرش sprinkler حيث ترطب الأرض بنفس الطريقة الى يرطب بها المطر سطح الأرض.

٤- الرى تحت السطحى sub-irrigation حيث يرطب سطح الأرض بكميات قليلة بينما يكون تحت السطح مشبعا بالماء.

٥- الرى بالتنقيط drip irrigation حيث ترطب منطقة جذور النباتات.

وقد قام المشتغلون بالرى باستحداث عدة طرق لإضافة الماء تحت احدى الوسائل العامة التى سبق ذكرها. فيمكن أن يتم الرى بالغمر بواسطة الشرائح أو بالأحواض أو بواسطة قنوات الرى الكنتورية. والرى بالخطوط كما هو معروف من اسمه عبارة عن خطوط متوازية لبعضها فإذا كانت المسافة بين الخطوط صغيرة أو متجاورة لبعضها يعرف هذا الرى بالرى بالسطور.

وأما الرى بالرش فهو يشابه رى الأمطار حيث يرش الماء المندفع تحت ضغط من الأنابيب الخاصة بذلك. وفى حالة الرى تحت السطحى يدفع الماء أسفل سطح التربة ويجب أن تؤخذ الاحتياطات الواجبة بعدم تدهور التربة وذلة بالتحكم فى كمية المياه المناسبة حسب الحاجة حتى لا يحدث تمليح للتربة.

ولنجاح أى من الطرق السابقة يجب أن يتحكم تحكما كاملا فى الماء المعطى حيث يعتبر هذا الشرط من الضرورى المحافظة عليه طوال الوقت. ففى حالة الرى بالتنقيط تتساقط قطرات بجوار جذور النبات بمعدل متساوى لاستهلاكهما واحتياجه.

١- الرى بالشرائح Border irrigation

يقسم الحقل إلى عدد من الشرائح يبلغ عرضها عموما ٥-١٥ متر وطولها من ٧٥ - ٣٠٠ متر تنفصل عن بعضها بواسطة بتون أو رشاحات غير عميقة وتطلق المياه

فى هذه الشرائح بحيث يتحرك الماء من أعلى لأسفل حسب الميل فى صورة طبقة من الماء حيث أثناء مرور الماء تشبع الطبقة التى تمر فوقها للعمق المطلوب. وبهذا بقدر الإمكان يحسب الزمن والكمية اللازمة لرى الشريحة الواحدة بحيث فى نهاية هذا الزمن تنتقل المياه إلى الشريحة التى تليها وهكذا. والرى بالشرائح يعتبر مناسبا لأنواع كثيرة من الأراضى التى تختلف فى القوام من رملية إلى طينية ولو أنه لا ينصح بها فى الأراضى الثقيلة ذات معدل الرشح البطئ. وعموما يستخدم الرى بالشرائح لمحاصيل المراعى والحبوب فى الأراضى ذات الميول حتى ٣% وعند عمل البتون المحيطة بالشريحة يجب أن تكون بإرتفاع مناسب بيحث يزيد عن ارتفاع أقصى كمية مياه سوف تمر فوق الشريحة. ويمكن أن يتم عمل هذا البتون إما بطريقة ميكانيكية بإحدى الآت التسوية أو بطريقة يدوية. ويفضل أن يكون سطحها دائريا وليس هرميا حتى يمكن زراعة هذه البتون أيضا بالمحصول المنزوع وحتى لا تترك مساحة من الأرض بدون زراعة. وقد أثبتت الخبرة والتجارب العملية أيضا أنه إذا كان ميل الأرض حادا فيجب أن تقل المسافة بين البتون. ويجب أن تسوى الشريحة بحيث يضمن توزيع المياه على كل المساحة بصورة عادلة. ونظرا لكثرة انتشار هذه الطريقة نظرا لملائمتها لكثير من الظروف فيجب أن يؤخذ فى الاعتبار عند استخدامها الخواص الطبيعية للأرض ومنسوب سطح الأرض قبل الأعداد للرى بالشرائح حيث تحسب مساحة الشرائح وأطوالها المناسبة بهذه الأرض.

ولاستخدام هذه الطريقة يتطلب التالى:

١- وجود سريان كبير نسبيا من مياه الرى.

٢- وجود ميل بسيط فى طبوغرافية المنطقة.

٣- تسوية الأرض بعناية كاملة.

٢- الرى بالأحواض Basin irrigation

يعنى الرى بالأحواض إضافة الماء إلى قطع من الأرض المستوية والمحاطة ببتون. وتستخدم هذه الطريقة فى كثير من الأراضى ذات القوام المختلف وكذلك المحاصيل المختلفة. وتعتبر هذه الطريقة مناسبة للأراضى ثقيلة القوام ذات معدل التسرب أو النفادية المنخفضة حيث تتطلب وجود الماء على سطحها لمدة مناسبة لاتاحة الفرصة للماء لاختراق الأرض. وغالبا ما تستخدم لغسيل الأملاح بالتسزب العميق عند استصلاح

الأراضى الملحية وكذلك الرى المرعى وحدائق الفاكهة ومحاصيل العلف ومحاصيل الحبوب ونظرا لارتفاع تكاليف التسوية فإن هذه الطريقة يفضل استخدامها فى الأراضى المستوية فقط. وفى حالة رى حدائق الفاكهة تستخدم أحواض صغيرة تعرف باسم Checks. ولكن عموما يمكن للأحواض أن تأخذ شكلا مربعا أو مستطيلا أو أشكال غير منتظمة وتختلف فى مساحتها من ٢ متر مربعا إلى أكثر من ذلك. وعند الرى تملاء هذه الأحواض بالماء لارتفاع يسمح لملاء الخزان الأرضى فى منطقة الجذور بالماء وبالنسبة للمناطق الى تسقط عليها الأمطار بغزارة يكون من الواجب استخدام احدى الوسائل المستخدمة للصرف السطحى.

٣- الرى بقنوات الرى الكنتورية Contour ditch irrigation

وفيه يتحكم فى غمر الحقل بواسطة قنوات تملئ الخطوط الكنتورية بحيث تسمح بغمر الأرض أسفلها والمحصورة بين قناة الرى والتى تليها دون عمل بتون فاصلة بينها. ونظرا لسرعة مرور المياه فوق المساحات بين قنوات الرى الكنتورية بحيث قد تمر دون الملأ الكامل لخزان الأرض فيفضل تقليل المسافة بين هذه القنوات الحقلية لضمان توزيع المياه بصورة عادلة. ويؤخذ الماء من هذه القنوات الكنتورية ويوزع على الأرض بواسطة خطوط توزيع أو بواسطة سيفونات وذلك لضمان التوزيع على كل المساحة المروية. ويفضل الرى بالقنوات الكنتورية للمحاصيل التى تزرع على مسافات قصيرة ومتقاربة مثل المراعى وذلك فى الأراضى التى يصعب تسويتها وفى الأراضى المنحدرة. وفى هذه الأراضى الشديدة الانحدار تروى بواسطة ما يعرف باسم الخطوط الكنتورية.

٤- الرى بالخطوط Furrow irrigation

يستخدم الرى بالخطوط لرى المحاصيل التى تزرع على خطوط مثل البطاطس والذرة والقطن وأيضا يستخدم لرى أشجار الفاكهة والعنب ومحاصيل الخضر وفى هذه الطريقة يضاف الماء بين الخطوط المنزع عليها النباتات، وعموما تجرى هذه الخطوط فى اتجاه الميل وأحيانا قد تكون مع خط الكنتور وذلك لمنع التعرية بواسطة مياه الرى أو الأمطار. والذى يحدد المسافة بين الخطوط نوع المحصول المنزرع. ويجب أن يؤخذ فى الإعتبار نوع الأرض وذلك لتحديد كيفية ابتلال الأرض.

والرى بالخطوط يكون مناسبا للأراضى ذات الميول والقوام المختلف. ويمكن استخدام هذه الطريقة فى وجود تيار كبير أو قليل من الماء حيث يمكن توجيهه إلى عدد من الخطوط التى تتناسب مع تيار الماء المار. والأرض بين الخطوط يجب أن تكون خالية من النباتات وذلك للسماح للماء بالمرور دون عوائق. وقد يفقد كميات كبيرة من المياه بواسطة التسرب أو الرشح العميق إذا زاد طول الخط عن حد معين. ويجب أن يكون تصرف الماء عند أول الخط عند ابتداء الرى كبيرا حتى يُمكن للماء أن يجرى بصورة كافية إلى نهاية الخط وليس بصورة تسبب التعرية وذلك طوال فترة الرى. وهذا النظام يعدل بحيث يمكن بهذه الطريقة رى المحاصيل التى تزرع على مصاطب حيث تنشأ خطوط على جانبى المصطبة بحيث يكون النبات أما منزرعا فى وسط المصطبة أو على حافتى المصطبة ومثل هذه المحاصيل الشمام والبطيخ وبنجر السكر وكثير من محاصيل الخضر المختلفة مثل الخس وخلافه.

والجدول التالى يحدد ميول وأطوال الخطوط وكمية المياه المارة فى الخط تبعا لمعامل التسرب للأرض.

متوسط معامل التسرب مم / دقيقة	الميل العام للقطعة	طول الخط بالمتر	معدل كمية المياه فى الخط لتر / ثانية
أقل من ٠,١٥	٠,٠٠٠٢-٠,٠٠٤	٢٠٠- ٣٠٠	٢,٥-٣
	٠,٠٠٤- ٠,٠٠٧	٣٠٠-٣٥٠	٢,٠-٢,٥
	٠,٠٠٧-٠,٠١٠	٣٥٠- ٤٠٠	١,٥-٢
من ٠,١٥-٠,٣	٠,٠٠٣- ٠,٠٠٥	١٥٠-٢٥٠	٣,٠-٣,٥
	٠,٠٠٥ - ٠,٠٠٨	٢٥٠-٣٠٠	٢,٥-٣
	٠,٠٠٨ - ٠,٠١٠	٣٠٠-٣٥٠	٢,٠-٢,٥
أكثر من ٠,٣	٠,٠٠٣ - ٠,٠٠٥	١٠٠- ١٥٠	٣,٥ - ٤
	٠,٠٠٥ - ٠,٠٠٨	١٥٠ - ٢٥٠	٣,٠ - ٣,٥
	٠,٠٠٨ - ٠,٠١٠	٢٥٠-٣٠٠	٢,٠ -٣

٥- الرى بالسطور Corrugation irrigation

تعرف السطور بأنها خطوط غير عميقة تنحدر بميلها من أعلى لأسفل أخذة مياهها من قناة رى عرضية أو جانبية وتستخدم فى رى المحاصيل التى تزرع على مسافات متقاربة من بعضها مثل محاصيل العلف والحبوب الصغيرة الحجم. والماء يشبع الأرض على جانبى السطر مبللا المسافة بين السطور وتستخدم هذه الطريقة فى الأراضى الناعمة القوام والتى تأخذ تصرف الماء ببطئ وفى الأراضى متوسطة الميل والغير منتظمة. وغالبا ما تستخدم طريقة الرى بالسطور فى الأراضى التى تكون قشرة على سطحها اذا استخدم فيها الرى بالغمر مثل الأراضى الجيرية. ويختلف عرض السطر والمسافة بين السطور باختلاف الأرض ولكن عموما يمكن القول بأنه فى حالة الأراضى المسامية تتقارب السطور من بعضها ليتيح الفرصة لابتلال المسافة بين السطور دون حدوث فقد فى ماء الرى بالتسرب العميق. وأما طول السطور فهو مثل طول الخطوط الذى يعتمد على نوع الأرض وميلها، فيجب أن يكون السطر قصيرا لدرجة تسمح برى نهاية السطر ريا كافيا دون أن تزيد كمية مياه الرى المعطاة لبداية السطر. والسطور قد تستعمل عند بداية زراعة المحاصيل المعمرة فى شرائح وذلك فى الفترة الأولى من نموها وبعد أول موسم تروى ريا عاديا بالشرائح.

٦- الرى بالرش Sprinkler irrigation

تتلخص هذه الطريقة فى إضافة الماء إلى سطح الأرض فى صورة رذاذ مشابهة لقطرات المطر. وتوجد عدة أنواع من نظم الرى بالرش منها نظام الرى بالرش الثابت والنظام النصف متحرك والنظام المتحرك. ففى نظام الرى بالرش الثابت تتكون شبكة الرى من مجموعة من المواسير التى تكون الرئيسيات ويخرج منها مجموعة من المواسير الجانبية والتى تعرف باسم الخطوط الفرعية ويركب على هذه الفرعيات الرشاشات على ارتفاعات مختلفة منها ما يكون أسفل الأشجار وأحيانا تكون أعلا من الأشجار وعند ضخ المياه خلال هذه الشبكة بواسطة طلمبة نجد أن الضغط يدفع الماء خلال الرشاشات ليتوزع فى صورة دائرية بحيث يكون محيط الابتلال لها فى صورة دوائر والتى تغطى المساحة المنزرعة بالمياه. وأما نظام الرى بالرش النصف ثابت فنجد أن الرئيسيات تكون ثابتة بينما

تتحرك المواسير التى تكون الفرعيات وعليها الرشاشات من موقع لآخر. وأما نظام الرى المتحرك فكل أجزاءه متحركة فيما عدا الطلمبة.

عيوب الرى بالرش فتشمل:

١- ارتفاع التكاليف المبدئية لأجهزة ومعدات الرى بالرش.

٢- ارتفاع تكلفة التشغيل والاستخدام لأجهزة الرى بالرش بمقارنتها بطرق الرى السطحى الأخرى.

٣- تنخفض كفاءة الاستخدام للرى بالرش إذا كان الماء متوفرا فى فترة قصيرة من الوقت، بينما تزيد هذه الكفاءة إذا كان الماء متوفرا بصورة مستمرة حيث يتطلب توفر الماء بصورة مستمرة.

٤- نقل مواسير الرى بالرش خلال الحقول الموصلة يكون صعبا ويزيد هذه المشكلة إذا كانت الأرض ثقيلة عما لو كانت الأرض خفيفة.

٥- كثير من مبيدات الحشرات أو الفطريات تغسل من على النبات عند الرى بالرش.

٦- تحت ظروف مناخية معينة يؤدى الرى بالرش لزيادة الإصابة ببعض أمراض النبات للثمار الغضة والتى تلامس الأرض الرطبة مثل الفراولة والطماطم والتى يزيد إصابتها بالتعفن.

٧- يزيد كمية المياه التى تفقد بالبخر من كل سطح الأرض والمبلل بالماء وأيضا من سطوح أوراق النبات والمبللة أيضا بالماء.

٨- إذا زادت سرعة الرياح عن حد معين فإنها تسبب سوء توزيع للمياه بواسطة الرى بالرش.

٩- يتوقع حدوث مشاكل ميكانيكية تسبب عدم دوران الرشاش وانسداد فتحاته أو حدوث تسرب فى الأنابيب مسببة نقص الضغط داخل المواسير أو حدوث عطل بالطلمبة.

١٠- إذا تم الرى بالرش وكان الماء المستخدم للرى يحتوى على نسبة مرتفعة من الأملاح فإنه يسبب احتراق أو موت أوراق النباتات.

ونظام الرى بالرش يمكن استخدامه لعدة سنوات إذا صمم بطريقــة مناســبة ومطابقــة لظروف المنطقة المنزرعة وإذا أحسن صيانته والعناية به واستخدامه بطريقة صــحيحة. فمن أهم مميزات الرى بالرش اعطاء المقننات المائية المثلى للنبات.

٧- الرى تحت السطحى: **Subsurface irrigation**

تتطلب هذه الطريقة التحكم فى منسوب سطح الأرضى بحيث يصبح عمق الجــذور غير مشبع بالماء الزائد ولكن يوجد إمداد مستمر لعمق الجذور بالماء الذى يرتفع بواسطة الخاصية الشعرية خلال موسم نمو المحصول. والأراضى التى تصلح بها هــذه الطريقــة للرى تعتبر محدودة وعادة تصلح الأراضى العضوية Peaty soils فهذه الأراضى يجــب أن تسمح بسرعة حركة المياه إلى أسفل وفى الاتجاه الأفقى وأيضا تسمح بنقل الماء مــن سطح الأرض إلى عمق الجذور. يجب أن تكون طبوغرافية المنطقة مــستوية متجانــسة وتكون تقريبا موازية لسطح الأرض ويجب ألا يكون الماء الأرضى مرتفع الملوحــة وإلا سوف يسبب تملح لعمق الجذور وتدهور لخصوبة الأرض مما يتطلب اســتخدام إحــدى طرق الرى السطحى أو الرى بالرش لغسيل هذه الأملاح المتجمعة فــى عمــق الجــذور وخاصة فى أراضى المناطق الجافة حيث تقل كمية الأمطار وترتفع درجة الحرارة ويزيد البخر. وتوجد بعض المحاصيل التى تناسبها طريقة الرى تحت السطحى بينما لا تــصلح هذه الطريقة لرى حدائق الفاكهة. وعموما يفضل استخدام تلك الطريقة عند استخدام ميــاه الصرف الصحى ومياه صرف المصانع فى رى المساحات النجيلية الخضراء.

٨- الرى بالتنقيط: **Drip irrigation**

تعتبر طريقة الرى بالتنقيط من أحداث الطرق إذا بدأ فــى اســتخدامها منتــصف القرنالماضى ومما زاد من انتشارها توفر المضخات والواسير خفيفة الحمل والمــصنوعة من الألومنيوم أو البلاستيك وكذلك الوقود. وأصبح استخدام هذه الطريقة أمرا مألوفا لرى كثير من المحاصيل المختلفة والمنزرعة بجميع أنواع الأراضى وعلى طبوغرافية متباينة. ورغما عن حداثة العهد بهذه الطريقة من الرى إلا أنه هناك تقدما هائلا فى وسائل انتــاج المنقطات ووسائل تنفيذها. كل هذا ساعد على رفع كفاءة الرى بالتنقيط لتفوق غيرها مــن الطرق الأخرى وقد انتشرت هذه الطريقة فى كل من المكسيك واستراليا وأمريكا. والفكرة

الأساسية للرى بالتنقيط هى إضافة الماء ببطء شديد على شكل قطرات فى موقع النبات نفسه بواسطة أجهزة التنقيط أو المنقطات وتكون الإضافة ببطء شديد بمقارنتها بطريقة الرى بالرش ومعدل القذف هنا بطئ جدا وتخرج المياه من المنقطات بحيث تكون تحت ضغط = صفر. وكفاءة هذا النظام عالية جدا وتتراوح ما بين ٨٥ – ٩٥ % بينما فى الرى بالرش ما بين ٧٠-٨٠% أما فى الرى السطحى تتراوح ما بين ٤٠ -٥٠%.

ويتميز الرى بالتنقيط بالتالى:

١- يستخدم فى المناطق الجافة والتى تتميز بأنها أراضى فقيرة وملحية وماء الرى قد يكون ملحيا أيضا كما أن معدلات البخر مرتفعة والأراضى تكون ذات نفاذية عالية أو متوسطة حيث يتعذر استخدام الرى السطحى.

٢- الرى على ميول شديدة الانحدار دون الحاجة إلى إجراء عمليات تسوية تحد من عمق القطاع.

٣- منع عمليات البخر بالنسبة للأرض وأيضا فقد الماء عن طريق الجريان السطحى.

٤- توفير الماء للنبات فى موقع النبات نفسه وأيضا توفير الماء بصفة دائمة.

٥- الاقتصاد فى مياه الرى حيث تصل كفاءة الرى بالتنقيط إلى ٩٥%.

٦- يمكن استخدام المخصبات أو أنواع الأسمدة المختلفة مع مياه الرى بعكس الرى بالرش.

٧- المرونة فى الوقت حيث أنه غير مرتبط بأى شئ مثل الرى بالرش والذى يرتبط بعدد الحركات والظرف المناخية.

٨- يمكن تشغيله تحت ضغط منخفض جدا.

٩- يمكن تشغيله فى وجود الرياح بعكس الرى بالرش الذى يتوقف على سرعة الرياح.

١٠- تزداد المساحة المنزرعة عن طريق تقليل المساحة التى تشغلها القنوات والمراوى.

١١- تستغنى عن شبكات الصرف وذلك لعدم وجود زيادة فى الماء أو خفض تكاليفها وتستخدم فى حالة وجود مياه أرضية مرتفعة.

وأما عن عيوبه تتلخص فى التالى:

١- التكلفة المبدئية أكبر من أى نظام آخر ولو أنه الوقت الحالى تتوفر أنواع منخفضة التكاليف عن أى أدوات أخرى للرى مصنعة من البلاستيك.

٢- زيادة تكاليف عمليات الصيانة اللازمة باستمرار نظرا لانسداد المنقطات.

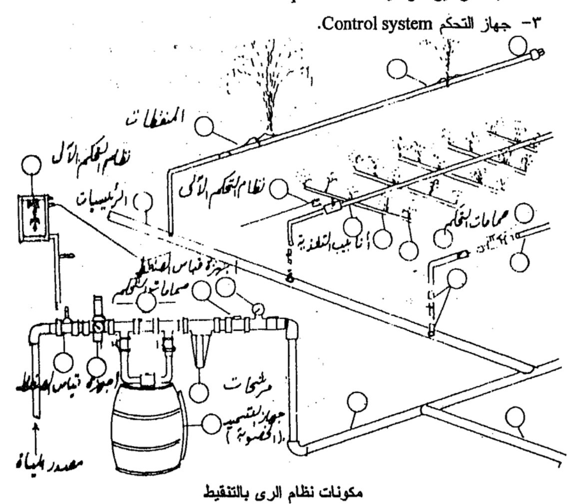
وحيث أن نظام الرى بالتنقيط يعتبر من احسن نظم الرى وأكفئها فسوف يتم دراستة بالتفصيل.

مكونات شبكة الرى بالتنقيط: تتكون شبكة الرى بالتنقيط بشكل عام كما هو موضح فى الشكل التالى من ٣ أجزاء رئيسية هى:

١- أجهزة التنقيط أو المنقطات Drippers.

٢- شبكة مواسير التوصيل Pipe network.

٣- جهاز التحكم Control system.



مكونات نظام الرى بالتنقيط

المنقطات: Drippers

تختلف المنقطات من مكان إلى آخر ولكن التصميم متشابه بحيث يكون الماء الخارج تحت ضغط يساوى تقريبا صفر. وذلك يجعل الماء يتحرك فى أطول مسار ممكن وبذلك تفقد طاقة كبيرة وهذا الفقد يكون ناتج عن الاحتكاك. والتصرف الخارج من المنقطات يتراوح عادة ما بين ٠,٤-٢٠٢ جالون / ساعة.

ويمكن تقسيم المنقطات مثل الرى بالرش إلى:

١- منقطات تعمل تحت ضغط منخفض ٣- ٨ باوند / بوصة٢

٢- منقطات تعمل تحت متوسط ٨ - ١٥ باوند / بوصة٢

٣- منقطات تعمل تحت عالى ١٥ - ٤٠ باوند / بوصة٢

وشبكة مواسير التوصيل تتكون من:

١- أنابيب رئيسية Main line

٢- أنابيب فرعية Lateral lines

٣- أنابيب تغذية Feeding lines

٤- جهاز الخصوبة Fertilizer apparatus

١- **الأنابيب الرئيسية:** عبارة عن أنابيب من البلاستيك أو الألومنيوم وأقطارها تعتبر أكبر أقطار الأنابيب الموجودة فى النظام (٦-٨ بوصة) ويركب عليها مجموعة من المحابس والفلاتر والوصلات للربط وجهاز لقياس مقدار الضغط المار ووصلات لجهاز الخصوبة.

٢- **الأنابيب الفرعية:** هذه لها أقطار أقل من السابقة وتتروواح ما بين ٢-٣ بوصة وتختلف فى أطوالها طبقا للمسافة والتصرف وتكون عمودية على الأنابيب الرئيسية والمسافة بين الأنابيب الفرعية تعتمد على نوع المحصول وعلى هيئة وطريقة زراعته والمسافة عادة تأخذ المدى ما بين من ٤ - ٦ قدم.

٣- **أنابيب التغذية:** وهى تخرج من الأنابيب الفرعية ويركب عليها المنقطات وهى أنابيب من البلاستيك وأقطارها أكبر من أقطار المنقط التى تركب عليها والقطر يتراوح ما بين (٠,٥ - ١ بوصة) وأطوال أنابيب التغذية ممكن أن تأخذ أى طول

ويستحسن إلا يتعدى ١٥٠ م وفى بداية كل أنبوبة من أنابيب التغذية نضع صمام للتحكم فى الضغط. ومعدل التصرف من المنقطات عادة يأخذ المجال من ٠,٤ – ٢,٢ جالون / ساعة وأيضا تختلف المسافة بين المنقطات من ٢٠-٦٠ بوصة على طول الخط حسب التصرف الخارج من كل فتحة وحسب النظام المستخدم والذى يتوقف على نوع الأرض ونوع الحصول وطريقة زراعته وبالنسبة للأنابيب الرئيسية ممكن وضعها فوق أو تحت الأرض وأيضا الأنابيب الفرعية أما الأنابيب التغذية فتكون فوق سطح الأرض لأنها تحتاج إلى عمليات غسيل وصيانة دائما.

٤- جهاز الخصوبة عبارة عن خزان يتصل أو يقع ما بين الخط الرئيسى والخط الفرعى ويمر خلاله حوالى ١/٤ – ١/٣ الماء الكلى الذى يمر من الخط الرئيسى إلى الخطوط الفرعية وبتوالى عمليات الرى اليومى واستخدام سماد نيتروجينى مع مياه الرى نصل إلى تحقيق أكفأ رى بالتنقيط والتسميد فى نفس الوقت.

جهاز التحكم:

يمكن أن يضع جهاز واحد للتحكم أو مجموعة من الصمامات وتوزع على النظام كله حتى يمكن التحكم فى الضغط. يتصل بجهاز التحكم مجموعة من المرشحات (الفلاتر) أو مصفاه عند إضافة محلول تسميد مع الماء حيث يتم تصفيته من الشوائب. وتوضع المرشحات فى هذا النظام لضمان عدم مرور أى شوائب أو اى مواد عالقة والموجودة بمياه الرى والتى قد تؤدى الى انسداد المنقطات.

العوامل التى تأخذ فى الاعتبار فى التصميم:

١- نوع التربة نفسها ويهمنا هنا معدل التسرب.

٢- الاستهلاك المائى CU لحساب فترات الرى.

٣- المحصول نفسه له أهمية كبرى فى حالة الرى بالتنقيط عنه فى حالة الرى بالرش ومهم فى ذلك عمق منطقة الجذور لتحديد كمية الماء المضافة و لمسافة بين النباتات. أما الرى بالرش والرى السطحى لا يهمنا المسافة بين النباتات لأن تلك النظم تبلل كل سطح الأرض. أما هنا نوصل أجهزة التنقيط بمسافات معينة ومنها ممكن حساب عدد أجهزة التنقيط التى يمكن استخدامها وفى معظم المحاصيل فإن الرى يعطى يوميا وعادة لا تتعدى الفترة بين الريات أكثر من ٣ أيام.

٣- فواقد الماء وكفاءة الرى Water losses and irrigation efficiency

من المعروف كما سبق أن خطوات عملية الرى تبدا من نقل المياه من مـصدرها خلال شبكة الرى إلى المزرعة ثم إضافة حجم معين من الماء عند كـل ريـة لـلأرض المنزرعة وخلال هذه المراحل تفقد كميات كبيرة من المياه بسبب البخر أو الرشح العميق أو قلة الخبرة العلمية والعملية. فالمشكلة التى تواجه المزارع هي تخـزين كميـة الميـاه اللازمة للنبات فى منطقة الجذور ولكن بسبب الفواقد التى لا يمكن التحكم فيها تفشل فـى تخزين كل كمية المياه التى نضيفها فى عمق الجذور بحيث تستهلك كلها بواسطة النبـات. فالجريان السطحى والرشح العميق تمثل أهم مصادر الفقد. وعدم انتظـام سـطح الأرض ووجود قطاع أرض غير عميق فوق طبقة زلطية ذات نفاذية عالية وطول خطوط الـرى يؤدى إلى زيادة الفقد وبالتالى تقل كفاءة الرى. وعموما يمكن تقسيم الفواقد التـى تحـدث للمياه فى مراحل عملية الرى المختلفة وبالتالى كفاءات الرى الناتجة عنها إلى التالى:

١- فواقد يمكن التحكم فيها Avoidable losses

أ- فواقد النقل Conveyance losses

وهذه الفواقد تمثل الكمية المفقودة عن طريق البخر المباشر من قنوات الـرى أو الرشح منها خلال نقلها من مصدر المياه إلى مكان الرى بواسطة شبكات الـرى وأيـضا الكمية التى تفقد بواسطة نتج النباتات النامية فى الماء أو المزروعة على جـانبى قنـوات شبكة الرى.

ويمكن حساب كفاءة نقل الميـاه Water conveyance efficiency بالمعادلـة التالية:

$$E_c = (W_f/W_r) \times 100$$

حيث E_c كفاءة نقل الماء، %.

W_f = كمية التى وصلت المزرعة، متر مكعب.

W_r = كمية التى نقلت من النهر أو الخزان، متر مكعب.

ب- فواقد استلام الماء Delivery losses

تحدث هذه الفواقد عند توزيع المياه داخل المزرعة إلى الحقول فتفقد كميات مـن المياه خلال الوصلات المختلفة أو فروع شبكة الرى فى المزرعة.

الفواقد الحقلية Farm losses

وهذه الفواقد تنتج عن سوء توزيع مياه الرى والرشح والبخر الناتج عن إضافة كميات زائدة من مياه الرى. ونتيجة لذلك تقل كفاءة الرى عن ١٠٠% وتحسب الكفاءات كالتالى:

كفاءة إضافة ماء الرى Water application efficiency

حيث أنه فى معظم الأحوال تضاف كمية من مياه الري الزائدة عن الكمية التى يمكن تحتفظ بها الأرض. استخدم التعريف كفاءة إضافة ماء الرى E_a والذى يقيس كمية المياه المضافة بالنسبة للكمية التي يمكن أن تخزن فى منطقة الجذور W_s والتى تستخدم بواسطة النبات ويمكن حسابها من المعادلة التالية:

$$E_a = (W_s/W_f) \times 100$$

حيث E_a= كفاءة ماء الرى، %.

W_s= المياه المخزنة فى منطقة الجذور، متر مكعب.

W_f = المياه التى وصلت إلى الحقل فعلا، متر مكعب.

كفاءة توزيع المياه Water distribution efficiency

وتدل على التوزيع المتجانس لمياه الرى على سطح الأرض وبالتالى فى منطقة الجذور. وتعتبر كفاءة توزيع المياه من العوامل الهامة فى نجاح عملية الرى. ففى الحقل الذى لا توزع فيه مياه الرى بصورة متجانسة نظرا لسوء التسوية أو سوء طريقة الرى المستخدمة أو لأى سبب آخر يؤدى إلى أنه توجد بعض الأماكن التى ستحصل على كميات زائدة عن الرى وتجمع المياه فيها وبالتالى فقدها مما يسبب قلة كفاءة الرى بينما بعض الأماكن قد لا تحصل على كمية المياه اللازمة لها وبالتالى نجد بعض الأماكن التى تظهر عليها أعراض تجمع الأملاح. والمعادلة التى تحسب بها كفاءة توزيع الميه كالآتى:

$$E_d = (1 - [y/d]) \times 100$$

حيث = E_d = كفاءة توزيع المياه، %.

Y = المتوسط العددى للانحراف عن عمق الماء الواجب إضافته، سم.

d = متوسط عمق الماء أثناء عملية الرى، سم.

٢- فواقد لا يمكن التحكم فيها Unavoidable losses

أ- فواقد البخر الحقلى Field evaporation losses

وهذه تمثل حجم الماء المفقود بالبخر من سطح الأرض مباشرة. والذى يؤثر على هذا الفقد هو طبيعة الأرض والظروف الجوية المحيطة. فمياه الرى الزائدة تسبب زيادة الفقد بواسطة البخر.

ب- فواقد الرشح العميق Deep percolation losses

وهذه تمثل كمية المياه التى تفقد بواسطة الرشح خلال الأرض أسفل عمق منطقة الجذور ولكن يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أنه يدخل فى هذا الفاقد كمية المياه المستخدمة فى عملية غسيل الأملاح من منطقة الجذور والتى تعرف باسم احتياجات الغسيل Leaching requirements حيث لا يمكن اعتبارها فواقد لأنه يستفاد بها فى الحفاظ على مستوى ملوحة فى منطقة الجذور ملائمة لنمو النباتات والحصول على أعلى انتاجية محصولية.

الباب الثامن

نماذج تطبيقية لنظم الرى بالأراضى المستصلحة حديثا



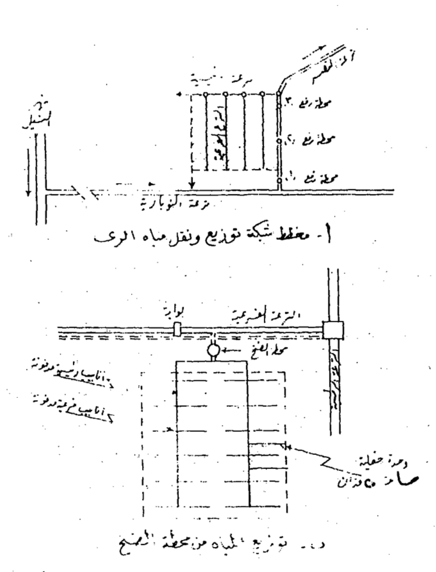
بعد دراستنا لكل من مصادر ونوعية المياه وشبكة الري الرئيسية وخواص الأرض المائية واحتياجات الري ونظم الري المختلفة يلزم متابعة ذلك في مناطق الاستصلاح والاستزراع الحديثة وخاصة الأراضي التي يتملكها الخريجون في كل من مناطق النوبارية والبستان وبنجر السكر وفيما يلي صورة لهذه النماذج حتى يمكن للطالب أن يتعرف على ما يتم على ارض الواقع قبل مواجهته للحياة العملية التطبيقية.

أ- النموذج الأول:

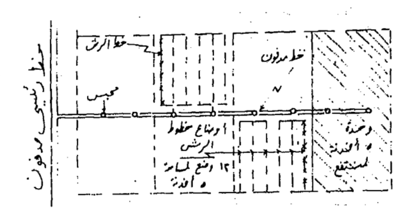
أرض حديثة الاستصلاح وتمثل أراضي رملية بها نسبة قليلة من كربونات الكالسيوم مثل أراضي منطقة النوبارية ويستخدم بها أنظمة الري الحديثة مثل الري بالرش والري بالتنقيط.

١- **خواص التربة:** أراضي النوبارية أراضي رملية لومية القوام تصل نسبة الرمل بها إلى ٩٠% وهي أراضي عميقة وتميل إلى الخشونة وأكثر خشونة في الجزء الشرقي وأكثر نعومة في الجزء الغربي وعموما معظم المنطقة غير ملحية إلى قليلة الملوحة (٤-٨ملليموز/ سم). نسبة كربونات الكالسيوم الكلية أقل من ١٠% ولا توجد طبقة صماء في عمق ٢ متر من السطح. السعة المائية لها حوالي ٨-١٠%. المحتوى من العناصر الغذائية لهذه الأراضي منخفض وخاصة النتروجين الكلي والمادة العضوية والذي يدل على التحلل السريع للمادة العضوية.

٢- **مصادر المياه ونظام الري:** تمد ترعة النوبارية منطقة غرب النوبارية والتي تشمل الأراضي المستصلحة والقديمة نسبيا والأراضي المستصلحة الجديدة. وترعة النوبارية تأخذ مياهها من النيل مباشرة بالجاذبية وتخرج منها ترعة النصر. وتغذي هذه الترعة منطقة النوبارية ومنطقة بنجر السكر والبستان وفي منطقة النوبارية توزع المياه من ترعة النصر على عدة أفرع يقام على هذه الأفرع محطات ضخ تقوم كل محطة بخدمة ما بين ١٠٠- ٦٠٠ فدان في المتوسط (شكل رقم ١ أ). والمحطة تقوم بضخ المياه خلال شبكة مدفونة "خارجه من المحطة" من أنابيب الاسبتوس ويتراوح قطرها بين ٨-١٦ بوصة والضغط التصميمي لها ٣,٥ ضغط جوي عند الرشاش. ويخرج من نظام الضخ المدفون ثمانية محابس لكل عشرون فدان (شكل رقم ١ب) ويقوم كل محبس بخدمة ٥ أفدنة كما يتضح في شكل ٢.



شكل ١: المخطط التفصيلى لشبكة توزيع ونقل المياه من النيل الى منطقة النوبارية



شكل ٢: مخطط شبكة الرى لمزرعة ٢٠ فدان بمنطقة النوبارية

تشتمل شبكة الرى بالرش الحقلية على عدد ٢ خط بالرش نقالى مكون من أنابيب ألومنيوم بقطر ٣ بوصة لخدمة ٢٠ فدان أى بمعدل خط واحد لكل ١٠ أفدنة يقوم بالمشاركة فيه عدد ٢ منتفع لكل منهم ٥ أفدنة ويركب على هذه الخطوط النقالى حوامل للرشاشات على أبعاد ١٥ متر بارتفاع ٩٠سم وهى من النوع RB70 ذو المواصفات التالية:

قطر الفونيه ٤,٥مم، ضغط التشغيل ٣,٥ ضغط جوى

قطر الرش الفعال ٣٦ متر تصرف الرشاش الواحد ٦١٠ لتر/ثانية مصمم على

أبعاد ١٥×١٨متر ليعطى ترسيب قدره ١٣,٥مم/ساعة والرشاش مصنوع من سبيكة النحاس بواسطة المصانع الحربية المصرية.

ومن واقع التصميم فإن مساحة الخمسة أفدنة يمكن ريها فى يومين وذلك بستة أوضاع للرشاش الواحد (على مسافات ١٨متر) فى اليوم الواحد. ويتم تبادل الخط من الجار لرى الخمسة أفدنة الأخرى المجاورة.

والتصميم أيضا أخذ فى اعتباره ساعات التشغيل اليومية ١٥ساعة فإذا خصم منها ساعة لعملية النقل (ستة أوضاع فى اليوم الواحد) فالباقى من ساعات التشغيل هو ١٤ ساعة بمعدل ٢,٢٣ساعة للوضع الواحد تعطى كمية ترسيب ٣,١١مم وبفرض فواقد ١٠% فالترسيب الفعال يصل إلى ٢٨مم الذى نفرض أنه يعوض المفقود من الرطوبة فى عمق الجذور للمحاصيل المختلفة أى ما يوازى ٧مم/يوم ويفرض التصميم أيضا أن الرطوبة المتاحة كبيرة كنسبة مئوية حجمية حوالى ٦% لهذه الأراضى على اساس ان العمق المتوسط للجذور حوالى ٧٠سم والرى يتم عندما تقل الرطوبة المتاحة بمقدار الثلثين أى عندما تصل الرطوبة المتاحة إلى ٢% بالحجم وبناء عليه فالكمية اللازمة تعويضها فى عمق الجذور ٢٨مم.

وكل ما ذكر هو التخطيط التصميمى لشبكة الرى بالرش النقالى والواقع يختلف اختلافا كبيرا سواء من ناحية تصرف المحطات أو الضغوط الخارجة من المحطات أو ساعات التشغيل أو ضغوط تشغيل خطوط الرش مما يستدعى معه تقييم حقلى لكفاءة النظام حتى يمكن أن يبنى عليه التقييم الاقتصادى العائد من استخدام وحده المياه.

وعندما قام الخريجين باستخدام نظام الرى بالرش النقالى وجدوا صعوبة فى عملية النقل وخاصة بعد الرى مباشرة فقد تم اقتراح إدخال نظام الرى بالشد Drag irrigation system وذلك بإجراء تعديل فى شبكة الرى بالرش النقالى ليسهل النقل ويوفر الوقت ولذلك قام مشروع الدعم الفنى والتنمية التابع لمنظمة الأغذية والزراعة بواسطة مستشار الرى وإحصائى الرى بالمشروع بعمل التصميم اللازم وتم إقامته وتجربته بالمزرعة الإرشادية بالنوبارية التابعة للمشروع ثم بدأ فى تصميم هذا النظام بمنطقة غرب النوبارية الذى دعم الخريجين بالإمكانيات الفنية والتمويل من قبل الجمعيات والهيئات التطوعية حيث يمكن للخريجين أن يقوم بتركيبه وإقامته على شبكة الرى بالرش النقالى ويتلخص هذا التصميم فى التالى:

أ- مصدر مياه مضغوطة فى المزرعة.

ب- خط رئيسى مدفون.

ج- خطوط فرعية سريعة التوصيل.

د- رشاشات.

ويتم الرى تحت هذا النظام بتركيب المواسير سريعة التوصيل المركب عليها رشاشات على أبعاد معينة وإبقاءها لفترة زمنية معينة لرى شريحة من الأرض. ثم يجرى فك جميع المواسير ونقلها لموقع آخر وإعادة تركيبها لرى شريحة ثانية وهكذا حتى تمام رى المساحة المزرعة بمعدل مرة كل أربعة أيام بوجه عام.

ويستخدم فى هذه النماذج نوعين من الرشاشات:

- أولهما رشاشات موديل RB70 وفيه تتباعد الرشاشات عن بعضها على خط الرى بمقدار ١٥متر بينما يتم نقل الخط فى كل مرة مسافة ١٨مترا.
- والثانى رشاش موديل RB30 وفيه تتباعد الرشاشات عن بعضها على خط الرى بمقدار ١٢متر بينما يتم نقل الخط فى كل مرة مسافة ١٢مترا.

٣- الظروف المناخية: مناخ منطقة النوبارية يتميز بشتاء معتدل وصيف حار جاف طويل، متوسط الأمطار السنوى حوالى ٥٥مم والرطوبة النسبية حوالى ٥٥% فى فترة الصيف وترتفع إلى ٦٥% فى فترة الشتاء. والرياح عموما شمالية ذات سرعة متوسطة تتراوح بين ١,٥ إلى ٣,٥متر/ثانية وفى فترة الربيع تهب رياح الخماسين الترابية من

الجنوب الغربى وعلى أثرها يزيد البخر السطحى. المتوسط السنوى لدرجة الحرارة حوالى ٢٠درجة مئوية والحرارة العظمى فى فصل الصيف تزيد عن ٣٥ درجة مئوية. بينما الحرارة الصغرى أثناء الليل وفى فصل الشتاء نادرا ما تقل عن ٥ درجات مئوية.

وقد تم حساب جهد البخرنتح للمحصول القياسى باستخدام معادلة بنمان المعدلة باستخدام برنامج منظمة الأغذية على الحاسب الآلى وأعطى القيم الموضحة بالجدول التالى ويعرف هذا البخرنتح القياسى بأنه معدل البخرنتج من سطح كثيف من حشيش أخضر بطول ٨-١٥سم متجانس الارتفاع نشط النمو لا يعانى نقص فى الرطوبة الأرضية.

جهد البخر نتح المحسوب باستخدام معادلة بنمان المعدلة لمنظمة النوبارية.

شهور السنة	جهد البخرنتح مم/يوم
يناير	٢,٩٩
فبراير	٣,٨
مارس	٥,١٤
إبريل	٧,٣٤
مايو	٧,٨١
يونيو	٩,٣٩
يوليو	٩,٠٩
أغسطس	٧,٧٤
سبتمبر	٦,٢٨
أكتوبر	٥,٥٠
نوفمبر	٣,٤٨
ديسمبر	٢,٩١

٤- المحاصيل المنزرعة بالمنطقة: يتوقف التركيب المحصولى بالمنطقة على خبرة المزارع وتوفر مصادر المياه المتاحة والإمكانيات المادية ووجود حيوانات للمزرعة وإمكانيات التسويق وتوفر العمالة اللازمة. فبينما لا تترك الأرض بدون زراعة إلا بنسبة قليلة جدا فى حالة أراضى المنتفعين فإن هذه النسبة تزيد فى حالة أراضى الخريجين.

والتركيب المحصولى لأراضى منطقة النوبارية هو:

الموسم الشتوى: بسلة- فول – قمح- برسيم- شعير- خضر شتوية (طماطم).

الموسم الصيفى: بطيخ- بطيخ كاوتش (اللب)- ذرة- فول سودانى- برسيم حجازى- خضر صيفية (طماطم)- سمسم.

ب- النموذج الثانى:

أراضى حديثة الإستصلاح (رملية) تستخدم الرى بالرش والرى بالتنقيط وتمثلها منطقة البستان وتمثل هذه الأراضى المواقع الخاصة بالخريجين وموقع المزرعة الإرشادية التابعة لمشروع الدعم الفنى والتنمية.

١- خواص التربة: الأرض عميقة ورملية القوام وتبلغ بها نسبة الرمل أكثر من ٩٥% تصل إلى ٩٨% وفقيرة جداً فى المادة العضوية وكذلك فى العناصر الغذائية سواء الصغرى أو الكبرى والسعة المائية منخفضة جداً حوالى ٦٠%. وكذلكتتميز تلك الأراضى بارتفاع معدل الرشح بها. يتراوح رقم الحموضة بين ٨-٨,٥ كما أنها منخفضة المملوحة حيث يتراوح التوصيل الكهربى بين ٠,١-٠,٣ مليموز/سم. كما يلاحظ ذلك من الجداول التالية. ونظراً لشدة فقرها فى العناصر الغذائية ومعدل الرشح المرتفع فإنه يتناسب معها التسميد من خلال نظام الرى بالرش أو الرى بالتنقيط وأفضل نظام رى مناسب الرى بالتنقيط أو الرى بالرش الصغير. والمناسبة لأنواع المحاصيل المنزرعة بالمنطقة من الخضر والفاكهة.

التوزيع الحجمى للحبيبات لأرض منطقة البستان لعمق ٩٠ سم.

العمق	النسبة المئوية للحبيبات			القوام
	رمل%	سلت%	طين%	
عينة سطحية	٩٨,٧٤	صفر	١,٢٦	رملية
صفر-١٥	٩٧,٤١	١,٢٥	١,٢٦	رملية
١٥-٣٠	٩٧,٤٧	١,٣٦	١,٢٧	رملية
٣٠-٤٥	٩٧,٤٦	صفر	٢,٤٥	رملية
٤٥-٦٠	٩٧,٤٧	صفر	٢,٥٣	رملية
٦٠-٧٥	٩٦,٢٢	١,٢٦	٢,٥٢	رملية
٧٥-٩٠	٩٦,٢٣	١,٢٥	٢,٥١	رملية

الخواص الكيماوية لأرض منطقة البستان

العمق	التوصيل الكهربى	تركيز الكاتيونات والانيونات ملليمكافئ/لتر							
	ملليموز/ سم	ص+	بو+	كا+٢	مغ++	ك أ٣	يدك أم	كل	كب أ٤
سطحية	٨,٣٥	٠,٣٤	١,٢٢	٠,٣٣	٢,٠	١,٠	–	١,٥	١,٩
صفر–١٥	٨,٣٢	٠,١٨	٠,٧	٠,١٧	١,٠	٠,٥	–	٢,٠	–
١٥–٣٠	٨,٤٥	٠,١٢	٠,٦١	٠,١٧	٠,٧٥	٠,٥	–	١,٥	–
٣٠–٤٥	٨,٥٤	٠,١٣	٠,٦١	٠,١٧	٠,٦	٠,٢	–	١,٥	–
٤٥–٦٠	٨,٢٥	٠,١٤	٠,٦٥	٠,١٥	١,٠	٠,٢	–	١,٠	٠,٤
٦٠–٧٥	٨,٣١	٠,١٤	٠,٦٥	٠,١٥	١,٠	٠,٣	–	١,٠٥	–
٧٥–٩٠	٨,٢٣	٠,١٧	٠,٨٣	٠,١٩	١,٠	٠,٦	–	١,٥	٠,٢

٢- مصدر المياه ونظام الرى المستخدم: مصدر المياه لمنطقة البستان هو الترعة الرئيسية التى تخرج من محطة الرفع (٢) على ترعة النصر لتوزع المياه إلى الترع الفرعية والثانوية المبطنة. سريان المياه تحت تأثير الجاذبية خلال هذه القنوات وتقوم بخدمة المنطقة ٢١ محطة ضخ مجمعة لمساحة ٨٧٠٠ فدان والمساحة الباقية تقوم بخدمتها محطات ضخ منفصلة لكل ٢٠ فدان كما أنشأ مؤخراً ١,١ محطة مجمعة صغيرة بها عدد ٢ طلمبة تقوم بخدمة ١٤٠-١٨٠ فدان. ويوجد ٦٦٠ محطة ضخ منفصلة تقوم كل منها بخدمة ٢٠ فدان.

بالنسبة لنظام الرى المستخدم فهو مشابه لما ذكر فى النوبارية بالنسبة للتصميم والتشغيل لشبكة الرى بالرش مع بعض التعديلات فعلى سبيل المثال معظم مساحات المنتفعين ومعظم الخريجين تبلغ ٥ أفدنة ولكن هناك عدد محدود تبلغ المساحة المخصصة له ١٠ أفدنة وبالتالى فالمحطة المنفصلة تقوم بخدمة عدد ٢ مزرعة للخريجين كل منها ١٠ أفدنة كما أنه قد أدخل فى مساحة ٥٤٢٠ فدان شبكة الرى بالرش الثابت وحوالى ٢٥٠٠ فدان شبكة للرى بالتنقيط.

والمواصفات الفنية لشبكة الرى بالرش الثابت على النحو التالى:

المسافة بين الرشاشات ١٢ × ١٢ وارتفاع حوامل الرشاشات على ٨٠ سم. تصرف

الرشاش ٢٣,٢ لتر/ دقيقة على ضغط تشغيل ٢,٨ ضغط جوى لتعطى معدل ترسيب ١٠ ملليمتر فى الساعة. وفترة الرش المقترحة ٣ ساعات للخط الواحد لتعطى عمق ماء مقاره ٣٠ ملليمتر بينما الفترة بين الريات ٤ أيام. ويتم استخدام عدد ٢ خط يومياً.

والمواصفات الفنية لشبكة الرى بالتنقيط ومواصفاتها على النحو التالى:

صممت الشبكة باحتياجات مائية مقدارها ١٨ متر^{٣} للفدان فى اليوم (٤,٣ ملليمتر/ يوم).

تم توزيع أشجار موالح على أبعاد ٦ × ٦ متر. تخدم كل شجرة عدد ٤ منقطات تصرف المنقط ٤ لتر/ ساعة.

تحت ضغط تشغيل مقداره واحد ضغط جوى.

يتراوح طول خط التنقيط بين ٨٠-٩٠ متر بقطر ١٣ مم من البولى إيثيلين ويقوم كل خط بخدمة عدد ١٤ شجرة. عدد ساعات التشغيل اليومية ١٠ ساعات بينما يتبقى ٦ ساعات لتشغيل وحدتى الرى الثابت. والتصرفات المعطاة خلال شبكة الرى بالتنقيط تغطى ١٦٠ لتر/ الشجرة/ اليوم أو ما يوازى ٤,٣ ملليمتر/يوم.

٣- الظروف المناخية: الظروف المناخية لمنطقة البستان تمثل تقريبا نفس الظروف المناخية لمنطقة النوبارية. كما أن حسابات جهد البخرنتح يمكن تطبيقها فى كل منمنطقة النوبارية ومنطقة البستان لتشابه الظروف المناخية لكل منهم.

٤- المحاصيل المنزرعة: التركيب المحصولى لأراضى منطقة البستان هو:

محاصيل شتوية: البسلة- القمح- خضر شتوية (طماطم) - برسيم.

محاصيل صيفية: بطيخ- ذرة- خضر صيفية (طماطم) - عباد الشمس - فول سودانى.

المحاصيل البستانية: موالح- عنب.

ج- النموذج الثالث:

أرض حديثة الاستصلاح (جيرية) تستخدم نظام الرى السطحى والرى بالرش والرى بالتنقيط فى المساحات المتخللة بمنطقة بنجر السكر.

١- خواص التربة: تعتبر هذه الأراضى طبقاً لتقسيم الأراضى أراضى درجة ثانية وهى أراضى جيرية يتراوح قوامها ما بين الرملية اللومية إلى السلتية الطينية اللومية. يتراوح

رقم الحموضة بين ٨-٨,٥ والأرض منبسطة نسبياً وقد تتواجد بعض التعرجات. وارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم يؤدى إلى تثبت الفوسفور ونقص صلاحية العناصر النادرة وتكون قشرة سطحية تسبب انخفاض معدل التسرب وتبلغ السعة المائية لها حوالى ١٣% على أساس الحجم والخواص الطبيعية والكيماوية موضحة فى الجدول التالى:

الخواص الطبيعية والكيماوية لأراضى منطقة بنجر السكر

١- القوام: نسبة الرمل	٤٠-٦٠%
نسبة السلت	٢-٢٠%
نسبة الطين	٢-٢٠%
٢- رقم الحموضة	٨-٨,٥
٣- التوصيل الكهربى	٠,٢-٧ ملليموز/سم
٤- كربونات الكالسيوم	٢٠-٤٠%
٥- المادة العضوية	٠,٥%
٦- النيتروجين الكلى	٢٠-٥٠ جزء فى المليون
٧- الفوسفور المتاح	١-١٠ جزء فى المليون
٨- البوتاسيوم المتاح	١٥-٥٠ جزء فى المليون
٩- الحديد	أقل من ٣ جزء فى المليون
١٠- المنجنيز	أقل من ١ جزء فى المليون
١١- الزنك	صفر
١٢- النحاس	صفر

٢- مصادر المياه ونظام الرى والصرف: مصدر المياه هو ترعة النصر ويتم توزيعها المياه خلال شبكة من القنوات المبطنة بدرجات مختلفة لتنتهى بالمساقى المبطنة أيضاً على مستوى المزرعة لتخدم ٧ مزارع مساحتها ٤٢ فدان. وصمم النظام ليعطى تصرف ٢٢,٥ لتر/ ثانية لمدة ٢٤ ساعة أو ما يوازى ٤٤ متر^{3}/فدان/اليوم. وقد وزعت التصرفات بحيث تكون مناوبة الرى ٧ أيام عمالة و٧ أيام بطالة. توزع لكل مزارع يوم مخصص ليغطى السبعة مزارع المربوطة على المسقى المبطنة. تخدم المنطقة شبكة من الصرف المغطى مكونة من رئيسيات حقليات على مسافات ٣٠-٤٠ متر بين الحقليات بعمق متوسط ١٨٠ سم باستخدام مواسير الصرف البلاستيكية المتعرجة ذات أقطار ٨٠ مم وغطاء زلطى.

بالنسبة للمناطق المستبعدة نظراً لارتفاع منسوبها فقد نفذ فيها شبكة رى بالرش القنالى حوالى ٢٠٠٠ فدان وشبكة رى بالتنقيط لمساحة ٤٦٦٠ فدان. تم تصميم شبكة الرى بالرش النقالى بمواصفات شبكات الرى فى منطقتى النوبارية والبستان. بالنسبة لشبكة الرى بالتنقيط فقد صممت على أن محطة الضخ المنفصلة التى تخدم ٢٠ فدان منهم ١٠ أفدنة عنب وبمسافات ٢×٣ متر والعشرة أفدنة الأخرى زيتون بأبعاد ٨×٨ متر. لكل شجرة عنب لها منقط واحد وثمانية منقطات للزيتون بتصرف ٤لتر/ساعة للمنقط الواحد. يتم تشغيل النظام ٨ ساعات فى اليوم لكل ١٠ أفدنة بمجموعة ١٦ ساعة يومياً للعشرين فدان وخطوط التنقيط من البولى أثيلين بطول ٩٣ متر وقطر ١٣ مم تعطى عمق إضافة يومى للعنب ٥,٣ مم و ٤,٥ مم للزيتون فى فترة أقصى احتياج.

٣- **الظروف المناخية:** تعتبر محطة شمال التحرير للأرصاد الجوية الزراعية اقرب ما يمثل المنطقة مناخياً ويتبين من الخصائص المناخية للمنطقة أن متوسط درجة الحرارة يتراوح بين ١٥-٢٥ درجة مئوية بينما تتراوح الرطوبة النسبية بين ٦٠ إلى ٧٠% وسرعة الرياح من ١,٥-٢ متر/ثانية. وقد حسب جهد البخرنتح من واقع هذه المتوسطات كما يتضح فى الجدول التالى:

جهد البخرنتح المحسوب تبعاً لمعادلة بنسان المعدلة لمنطقة بنجر السكر

شهور السنة	جهد البخرنتح مم/يوم
يناير	٢,٣
فبراير	٣,١
مارس	٤,١
أبريل	٥,٦
مايو	٧,٠
يونيو	٧,٧
يوليو	٧,٨
أغسطس	٦,٧
سبتمبر	٥,٦
أكتوبر	٤
نوفمبر	٢,٩
ديسمبر	٢,١

٤- **المحاصيل المنزرعة:** التركيب المحصولى لأراضى منطقة بنجر السكر هو:

المحاصيل الشتوية: البسلة- الفول- القمح- البرسيم- الخضر- الشعير- البرسيم الحجازى.

المحاصيل الصيفية: البطيخ- بطيخ الكوتش (اللب)- الذرة- البرسيم الحجازى- الخضر.

مختارات من المراجع العربية:

١- د. احمد محمد فتحى، ١٩٩٥.الرى والصرف فى عمليات استصلاح الأراضى. كلية الزراعة. جامعة الأسكندرية.

٢- د. فتحى مسعود، ١٩٦٠. الرى الزراعى. دار المطبوعات الجديدة- الأسكندرية.

مختارات من المراجع الأجنبية:

1- FAO. 1991. Agro-Ecological Land Resources, Assessment for Agricultural Development Planning. FAO, World Soil Report, Paper No. 71/1, Rome, 1991.

2- FAO. 1992. The Use of Saline Waters for Crop Production. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 48, Rome, Italy.

3- Feddes, R.A., Kowalik, P.J., Zaradny, H., 1978. Simulation of Field Water Use and Crop Yield. Simulation Monographs, Pudoc, Wageningen, Netherlands.

4- Hassan G. (1991). Determination of Rape and Corn Water Consumptive Use Using Field Volumetric Lysimeters With and Without Water Table. M.Sc. Thesis. Alexandria University, Egypt.

5- Hassan G., N. Persaud, R. B. Reneau, Jr (2004). Utility of Hydrus-2d in Modeling Profile Soil Moisture and Salinity Dynamics under Saline Water Irrigation of Soybean. Soil Sci. J. Vol. 170, No. 1: 28-37.

الصرف

د.احمد فريد سعد

محتويات الكتاب

الصفحة

مقدمة الكتاب

الباب الأول (228-242)

الأملاح وخواص التربه

مقدمة

تأثير الأملاح على حركة المياه

الصرف وملوحة التربه

الأحتياجات الغسيلية

أحتياجات الصرف فى استصلاح

الأراضى المتأثره بالملاح

الباب الثانى (243-262)

الصرف العام المكشوف

المصارف الرئيسية والفرعية

طلمبات الصرف

تقييم قطاعات المصارف المكشوفة

مقنن الصرف

الباب الثالث (263-295)

الصرف المغطى

مقدمة

مكونات شبكة الصرف المغطى

تخطيط شبكة الصرف

إنحدار المصارف

عمق مواسير الصرف المغطى

التنفيذ الآلى لشبكات الصرف المغطى

معامل التوصيل الهيدروليكى

الرجيم الموسمى للمياه الأرضية

الباب الرابع (296-349)

حساب المسافه بين المصارف

مقدمة

معادلات التدفق المنتظم

أمثلة تطبيقية على التدفق المنتظم

ملاحظات عامه على التدفق المنتظم

التدفق الغير منظم

الباب الخامس (350-357)

الصرف الرأسى بإستخدام الآبار

مقدمة

أعتبارات خاصه بتصميم آبار الصرف

حالات التدفق المنتظم فى الآبار

حالات التدفق الغير منتظم فى الآبار

المصارف الفراغية

الباب السادس (358-369)

تقيم نظم الصرف الزراعى

معامل شدة الصرف

حساب مُعامل شدة الصرف

حساب العمق المكافئ

مقاومة الحركة

المقاومة الأشعاعية

مقاومة الدخول

المسامية الصرفية

زمن إنحسار التدفق

حساب معدل هبوط الماء الأرضى

المراجع

مقـــدمـة

أن الزراعة المروية التقليدية تعتمد على الرى بالغمر وتعتبر من أغزر أنماط الزراعه إنتاجاً حيث تسمح بتكثيف المدخلات (مياه الرى - الأسمدة - المبيدات - الطاقة) ومن ثم فإن صيانة الأراضي تستوجب الحفاظ على التوازن بين الرى والصرف وأن الخلل فى هذا التوازن يؤدى الى تدهور الأراضي. ورى الأراضى فى المناطق الجافه بطريقة الغمر فى حالة وجود صرف يؤدى الى.

١. أرتفاع منسوب المياه الجوفية قريباً من سطح الأرض.
٢. تجمع الأملاح فى قطاع التربه وعلى السطح نتيجه لشدة عوامل البخر وحركة الماء الرأسية لأعلى فى إتجاه سطح التربة.
٣. تشبع منطقة الجذور بالماء ونقص الآكسجين اللازم لتنفس جذور النباتات النامية.
٤. خلق ظروف لاهوائية فى منطقة المجموع الجذرى مما تضر بنمو النبات.
٥. إفساد البيئة الحيوية فى التربة مما يؤدى الى عدم استعمال دورات الكربون والنيتروجين الطبيعية فى التربة مما يؤثر على خصوبتها.
٦. زيادة قلوية التربه مما يؤدى الى تدهور بنائها وإنخفاض نفاذيتها.
٧. تلوث البيئة الزراعية نتيجة استعمال نوعية مياه رى رديئة والتوسع فى استخدام الكيماويات الزراعية (الأسمدة والمبيدات).

لذلك فإن ضبط شبكات الرى والصرف من عناصر الأدارة السليمة للأراضى الزراعية المروية وكذلك صيانة عناصر النظام البيئى شاملة التربة والنمو النباتى والمياه هامه جداً فى معظمة الأنتاج، لذلك أتجهت الدولة الى تطوير وتحسين مشروعات الرى والصرف لرفع كفاءة استخدام وإدارة المياه والمحافظة على النظام البيئى وذلك لدعم الأقتصاد القومى وذلك من منطلق تبنى استراتيجية شاملة لكافة المستويات من تنمية وحماية وبحث وإرشاد ونقل التكنولوجيا مع ضرورة أن يتم ذلك من منظور التنمية الزراعية والمالية المتواصلة أو المستدامة والحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية المتاحه.

الباب الأول

الأملاح وخواص التربه

مقـدمـة

أن غرض الصرف الزراعي يكمن في تحسين ظروف المياه الأرضية بغرض الأستعمال الأمثل للأراضي الزراعية وذلك بتوفير مهد جيد لنمو المحاصيل وثبات رجيم ملحي مناسب خاصـه في الأراضي المروية. وأنظمة الصرف هي أبنية هندسية للتخلص من المياه طبقاً لخواص الأرض الفيزيائية والهيدروليكا حيث أن زيادة المياه الأرضية تقلل من تبادل الهواء بين التربه والغلاف الجوى ومن ثم فإن الأراضي الرطبة عادة تكون مصحوبه بنقص في الأوكسجين مؤدياً الى ضيق تنفس الجذور ونقصان حجمها، زيادة مقاومة انتقال المياه والمغذيات خلال الجذور تكون مركبات سامه في الأرض والنبات. كما ان الغدق قد يسبب تشققات في النبات وتعتمد كمية التشققات على نوع النبات ومراحل نموه ودرجة حرارة التربه والهواء وكذلك على الفترة الزمنية للغدق كما أن استمرارية سوء التهوية يؤدى الى موت الخلايا ويقلل نفاذية الخلية موت الجذور كما يؤدى نقص الأوكسجين الى خفض النشاط الميكروبيولوجي وبالتالي نقص في النيتروجين. والأراضي الرطبه درجة حرارتها منخفضه ونمو المحاصيل يبدأ متأخر

والهدف الرئيسي لأنظمة الصرف في الأراضي المروية هو خفض المحتوى الرطوبي للطبقات السطحية من التربه مما تسهل من عملية إختراق الهواء للجذور وإنتقال CO_2 الناتج من الجذور والكائنات الحية وتسهل من إتمام التفاعلات الكيماوية. ويؤدى إنخفاض المحتوى الرطوبي أيضا الى التغير في ميزان الحراره وإرتفاع حراره التربه. من أجل ذلك فإن إنشاء انظمة الصرف المكشوفه أو المغطاه أمر ضروري لرفع إنتاجية الأراضي الزراعية.

تأثير الأملاح على حركة المياه فى الأ راضى

أن تأثير كل من تركيز الأملاح فى المحلول الأرضى ونسب الصوديوم المتبادل (ESP) على بناء التربه ينعكس على حركة المياه فى الأرض بالسلب. وقد حدد بعض الباحثين والعلماء مستويات من تركيز الأملاح فى المحلول الأرضى، والتى يجب أن تقل عن قيم الصوديوم المتبادل المختاره (ESP)، لكى تؤدى الىَ إنخفاض معامل التوصيل الهيدروليكى بنسبة ١٠ الى١٥٪ وسميت هذه المستويات "التركيزات الحرجه للأملاح" Threshold salt concentrationوكما هو واضح من شكل (a) وجد أن القيم التقريبية للتركيز الحرج للأملاح هو ٥ملليمكافئ/ لتر عند ESP =١٠ وكانت ١٠ ملليمكافئ / لتر عند SSP= 100 وذلك فى أراضى لومية رملية. ويبين هذا الشكل أيضا التغيرات الفعلية لتأثير كل من تركيز الأملاح اوالصوديوم المتبادل (ESP) على معامل التوصيل الهيدروليكى للتربه.

وقد تم أستنباط قيم للتوصيل الهيدروليكى النسبى نتيجة التغيرات التى تحدث فى كيمياء المحلول الأرضى مبنية على أساس Simple clay - swelling model

حيث وجد أن هناك علاقة إرتباط وثيقة بين إنتفاخ التربة swelling والتوصيل الهيدروليكى كما يلى :

$$(1-y) = cx^n / (1 + c x^n)$$

حيث :

(y) التوصيل الهيدروليكى النسبى Relative hydraulic conductivity

(χ) معامل الأنتفاخ (ويقدر من النوموجرام الموضح فى شكل (b))

(c) ثابت يعتمد على خصائص التربة

(n) ثابت يعتمد على قيم ESP المتوقعه للتربه

وسوف تعطى بعض القيم التقريبية للثابت (n) كما يلى:

n = 1 if ESP < 25%
n = 2 if 25 < ESP < 50%
n = 3 if ESP > 50%

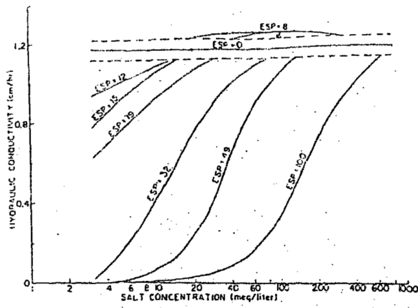


Fig. 1-a Hydraulic conductivity of Pachappa sandy loam as related to salt concentration and ESP (McNeal & Coleman, 1966).

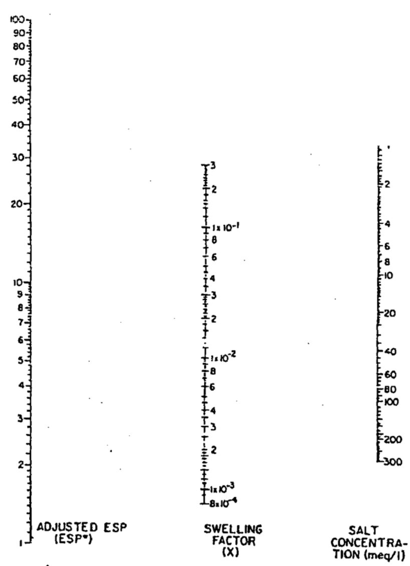


Fig. 1-b Nomogram relating clay swelling factors to salt concentration (C_o) and adjusted ESP [=soil ESP − 1.24 + 11.63 log C_o)] (McNeal, 1968).

الصرف وملوحة التربة

أن إنتاجية المحاصيل تنخفض بزيادة تراكم الأملاح الذائبة الموجودة فى التربه وينتج هذا الأنخفاض نتيجة الأجهاد المائى أثناء نمو النبات الناشئ عن اسموزية الظروف الملحية وكذلك نتيجة خلل فى الأتزان الغذائى والسمية النوعية الناشئة عن زيادة أيونات الكلوريد والصوديوم والبورون. كما أن تواجد الصوديوم بتركيزات عالية المحلول الأرضى يؤثر بطريقة غير مباشرة على إنخفاض معدل نمو النبات نتيجة تدهور بناء التربة والمصادر الأولية للأملاح الذائبه فى التربة الزراعية تعزى الى مياه الرى أو الأمطار والتكوينات الملحية الموجودة فى مادة الأصل وكذلك تجوية معادن التربه ومياه الصرف الزراعى والصرف من الأراضى المرتفعه الى الأراضى المنخفضه - وقرب مستوى الماء الأرضى من سطح التربه كما هناك مصادر ثانوية وهى إضافة الأسمدة والمحسنات الزراعية والتسميد العضوى الى التربه.

متطلبات الصرف للتحكم فى ملوحة التربة:

ربما تحتوى مياه الرى من ١. الى ٤طن أملاح لكل ١٠٠٠م٣ والتى تضاف بمعدل سنوى حوالى ١٠٠٠٠ الى ١٥٠٠٠م٣/ هكتار. ومن ثم فإن حوالى ١. الى ٦٠ طن من الأملاح تضاف لكل هكتار سنوياً إضافه الى الأملاح الموجودة أصلاً فى التربة إى أن تركيز الأملاح الذائبه فى الأرواضى تزداد بإضافة مياه الرى. والبخرنتح يحدث قوة شد تتسبب فى حركة رأسية معتبره للماء والأملاح فى منطقة الجذور من اعماق التربه "خاصة عندما يكون الماء الأرضى قريب من السطح" تتسبب فى تمليح التربة.

وأخيراً سوف تتجمع الأملاح الذائبه فى الأراضى المروية الى مستوى معين تقل عنده إنتاجية المحصول إلا إذا أتخذت خطوات لمنع هذا التجمع من الأملاح الذائبه. وتتوقف سرعة التملح على محتوى مياه الرى من الأملاح، نوع التربه،

نوعية الماء الأرضى، منسوب الماء الأرضى، تحمل المحصول للملوحه والظـروف المناخية والأدارة المتبعه فى صيانة التربة والمحاصيل والمياه. يمكن التحكم فى توزيع الأملاح والتخلص منها عن طريق إدارة المياه حيث أن إنتقال الأملاح الذائبه فى الأراضى يكون فى الطور السائل.

ولمنع التجمع المتزايد والضار للأملاح فى التربه يمكن أن يكون عن طريق أتماط مياه رى إضافية تمر خلال منطقة الجذور أثنـاء الرى وذلك لغسيل الأمـلاح المتجمعه. وهذا مايطلق عليه الأحتياجات الغسيلية (LR) وذلك بهدف الحفاظ على الأتزان الملحى وهذا يتطلب نظام صرف فعال لصرف الميـاه المالحه نتيجة عملية الغسيل وحدوث اتزان ملحى وهذا يطلق عليه أقل إحتياجات صرف (DR_{min}).

ويجب أن تكون سعة نظام الصرف فى الأراضـى المتـأثره بـالأملاح قـادرة على إستيعاب وصرف مياه الغسيل والحفاظ على أدنى منسوب للماء الأرضى. ومن ثم فـإن إحتياجـات الصرف للتحكم فـى الأمـلاح يجب أن تعتمد علـى الأحتياجـات الغسيلية، الأتزان الملحى والأرتفاع الشعرى.

الأحتيـاجـات الغسـيلية

يمكن التنبأ بالأحتياجات الغسيلية عن طريق إستخدام نموذج الأتزان الملحـى "Salt balance model" فإذا كان هناك كمية من الأمطار خلال موسـم النمو غير كافيـة لغسيل الأمـلاح المتجمعـه فـإن معادلـة الأتـزان الملحـى يمكـن وضعهـا علـى الصورة الأتية:

$$V_{iw} C_{iw} + V_{gw} C_{gw} + S_m + Sf - V_{dw} C_{dw} - S_p - S_c = \Delta S_{sw} \quad (١)$$

حيث V_{wi}, V_{gw}, V_{dw} حجم ماء الرى والماء الأرضى وماء الصرف.

C_{wi}, C_{gw}, C_{dw} تركيز الأملاح الكلية فى مياه الرى والماء الأرضى وماء الصرف.

ويقصد V_{gw} هو حجم المياه المتصاعده لأعلى من الماء الأرضى الى منطقة جذور النبات.

S_m كمية الأملاح التى تضاف الى المحلول الأرضى نتيجة تجوية معادن الأرض أو ذوبان الترسيبات الملحية Salt deposits

S_f هى كمية الأملاح الذائبة المضافه فى الكيماويات الزراعية.

S_p كمية الأملاح التى تترسب فى التربة من مياه الرى بعد ريها.

S_c كمية الأملاح المزالة من الماء الأرضى Soil water فى الجزء المحصود من المحصول.

وصافى الأختلاف فى كل من المدخلات inputs أو المخرجات outputs تعطى التغير الناشئ فى ملوحة الماء الأرضى Soil-water Salinity (ΔS_{sw})

تحت ظروف السريان المستقر فإن($\Delta S_{sw} = 0$) بفرض ضآلة مساهمة الأملاح الذائبة من معادن وأملاح التربة والتجانس المساحى لأضافة مياه الرى الى الحقل وكذلك أن يكون عمق الماء الأرضى بعيداً بعداً كافياً لمنع دخول أى أملاح الى منطقة الجذور من عمليات الأرتفاع الشعرى.

ومن ثم فإن المعادلة (١) سوف تؤول الى :

$$D_{dw} / D_{iw} = EC_{iw} / Ec_{du} \qquad (٢)$$

ووجد أن (LF) Leaching fraction يساوي النسبة بين ملوحة مياه الرى الى ملوحة مياه الصرف.

$$LF = D_{dw} / D_{iw} \qquad (٣)$$

ويوضح شكل (٢) تأثير ملوحة كل من مياه الرى وLF على توزيع وتجمع الأملاح الذائبه فى قطاع التربه والذى تم رية تحت ظروف التدفق المستقر. كما يوضح شكل (٣) نفس العلاقة على أساس الملوحة المتوسطة لمنطقة جذور النبات ويوضح شكل (٤) العلاقة بين متوسط ملوحة منطقة الجذور ومحصول البرسيم الحجازى.

ويتضح مما سبق ومن المنحنيات أن :

١. محتوى الأملاح من الماء الأرضى تزداد مع العمق فى منطقة الجذور من قطاع التربه ماعدا فى حالة الرى بمياه منخفضه الملوحة $EC < 0.2$ dS/m وإحتياجات غسيلية أعلى من ٥,٠ .
٢. ملوحة الماء الأرضى لمياه الرى عند محتوى ملحى معين يكون متجانس قرب سطح التربه بغض النظر عن LF ولكنه يزيد مع العمق بنقصان LF.
٣. عندما تتقارب نسب CE_{iw}/LF فإن ملوحة الماء الأرضى تتناسب مع ملوحة مياه الرى قرب سطح التربه ولكن تكون مستقله عنها تقريباً فى قاع منطقة الجذور.
٤. متوسط ملوحة الماء الأرضى فى منطقة الجذور تزداد والمحصول يقل عندما تزداد ملوحة مياه الرى أو عندما يقل LF .
٥. الدفعات الأولى من الغسيل لها معظم التأثير الفعال لمنع تجمع الأملاح فى الماء الأرضى فى منطقة الجذور.

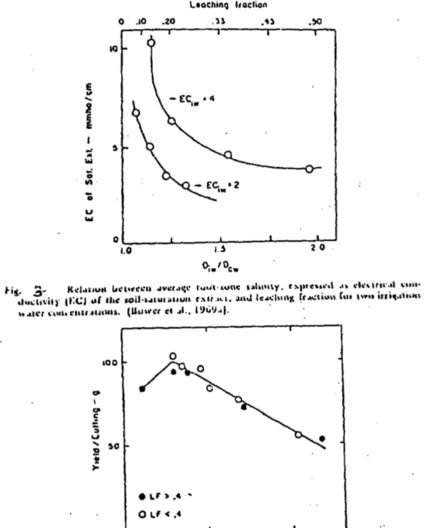


Fig. 3 - Relation between average root-zone salinity, expressed as electrical conductivity (EC) of the soil-saturation extract, and leaching fraction for two irrigation water concentrations. (Bower et al., 1969a).

Fig. 4 .. Relation between alfalfa yield and average salinity of the root zone expressed as electrical conductivity of the soil-saturation extract. (Bower et al., 1969a).

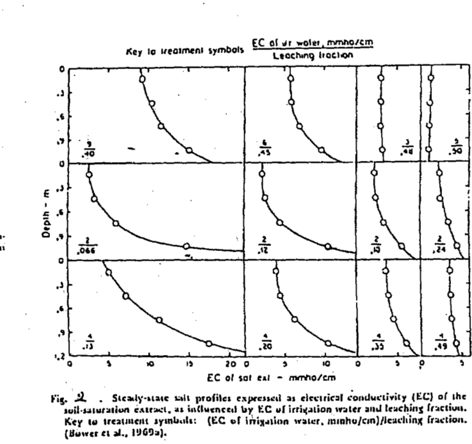


Fig. 2 . Steady-state salt profiles expressed as electrical conductivity (EC) of the soil-saturation extract, as influenced by EC of irrigation water and leaching fraction. Key to treatment symbols: (EC of irrigation water, mmho/cm)/leaching fraction. (Bower et al., 1969a).

كما وجد أن متوسط ملوحة منطقة الجذور أيضاً تتأثر بالدرجة التى تستنزف بها المياه بين الريات. وللتنبأ بأقل إحتياجات صرف فى أى أرض مروية فإنه من الضرورى أولاً التنبأ بالقدر الأضافى من مياه الرى والذى به تركيز معين من الأملاح ولمدة زمنية محدده ليحتفظ بمستوى من الأملاح فى المحلول الأرضى لايسمح بإنخفاض المحصول.

ويمكن حساب أقل أحتيات صرف minimum drainage requirement من المعادلة الآتية والتى تعتمد على العلاقة العكسية بين LF ونسبة ملوحة مياه الرى ومياه الصرف تحت ظروف التدفق المستقر.

$$LR_{EC} = EC_{iw} / EC^{1}_{dw} = D_{dw}(min) / D_{iw} \qquad (٤)$$

والـ LF يعنى الجزء الفعلى من مياه الرى المضافه والتى يظهر كماء صرف بينما LR_{EC} تتنبأ بمقدار LF الذى يجب أن يتحكم فى ملوحة الماء الأرضى Soil Water Salinity فى حدود المقاومة التى يبديها النبات للملوحة. ولتقييم LR_{EC} فإنه يتعين إختيار قيم مناسبة للـ EC^{1}_{dw} .

ويمكن إستخدام المعادلة الآتية فى حساب القيم التقريبية EC^{1}_{dw}.

$$EC^{1}_{dw} = 5\,EC^{1}_{se} - EC_{iw} \qquad (٥)$$

ويمكن حساب E_{se} من :

$$\text{ave } Ec_{se} = K \left(\frac{Ec_{t} + Ec_{b}}{2} \right)$$

حيث ملوحة عجينة الأرض المشبعه عند قمة منطقة الجذور = EC_{t}

ملوحة عجينة الأرض المشبعه عند قاع منطقة الجذور = EC_{b}

ووجد أن $K = 0.8$ عند قيم LF المنخفضه نسبياً

ويمكن أيضاً حساب أقل أحتياجات صرف مطلوبه من المعادلات الآتية:

$$Ddw(min) = \left(\frac{EC_{iw}}{EC^{1}_{dw} - EC_{iw}} \right) D_{cw} \qquad (٦)$$

$$D_{dw}(min) = D_{iw} (1-E) \quad (٧)$$

حيث (E) أعلى كفاءة للرى وتساوى: $E = (D_{cw}/D_{iw})$

$$D_{dw} (min) = D_{cw} [(1/E) -1] \quad (٨)$$

ويوضح الشكل (٥) العلاقة بين أقل احتياجات من مياه الصرف $D_{dw}(min)$ معبراً عنه كجزء من الأحتياجات المائية وكل من التوصيل الكهربى لمياه الرى ومقاومة الأملاح Salt tolerance.

Chloride Control

بالرغم من أن الأملاح الكلية هى العامل الذى له السيادة لأحداث نقص فى انتاج معظم المحاصيل إلا بعض النباتات حساسة لزيادة أيونات خاصه معينة ربما تسبب هذه الحساسية إنخفاض فى المحصول حتى اذا كانت الأملاح الكلية منخفضه وأهمها الصوديوم والكلوريد والبورون ومن ثم إذا كان الكلوريد هو العامل المحدد للأنتاج وليست الأملاح الكلية فإن الأحتياجات الغسيلية وإحتياجات الصرف سوف تحسب منفصله وذلك بإحلال قيم CL^{1}_{dw}, CL_{iw} بدلا من قيمة EC_{iw}, EC^{1}_{dw} حيث تمثل Cl_{iw} تركيز الكلوريد فى مياه الرى بينما CL^{1}_{dw} يمثل أقصى تركيز من الكلوريد مسموح به فى مياه الصرف وفى هذه الحالة فإن المعادلة المناسبة للأحتياجات الغسيلية كما يلى:

$$LR_{Cl} = Cl_{iw} / Cl_{dw} \quad (٩)$$

وأن العمق الأدنى للصرف $D_{dw}(min)$

$$D_{dw}(min) = \left(\frac{Cl_{iw}}{Cl_{dw} - Cl_{iw}} \right) D_{cw} \quad (١٠)$$

وعند سقوط المطر فإنه يؤثر على كل من LR_{EC} ، LR_{CL} ولذلك فإن عمق الماء المضاف المعدل سوف يصبح $D_{iw}(adj) = D_{rw}+D_{iw}$.

ويصبح التركيز المعدل كالآتى:

$$C_{iw}(adj) = (D_{rw} C_{rw} + D_{iw} C_{iw}) / D_{rw}+D_{iw}) \qquad (١١)$$

حيث D_{rw} عمق المطر .

C_{rw} تركيز الأملاح فى مياه المطر.

وتحت ظروف الحقل فإن هناك عوامل محددة أخرى تدخل فى حساب (LF_A) حيث يصبح كما يلى:

$$LF = \frac{D_{iw} - D_{cw}}{D_{iw}} = 1 - \left(\frac{D_{cw}}{D_{iw}} \right) \qquad (١٢)$$

$$\therefore \; D_{iw} = It_i$$

$$\therefore \; D_{cw} = Et_i$$

فإن LF_A تحت ظروف الحقل:

$$LF_A = 1 - (Et_c / It_i) \qquad (١٣)$$

$$D_{dw}(max) = \left(\frac{Dcw}{1-LF_A} \right) LF_A \qquad (١٤)$$

حيث أن I هى متوسط معدل الرشح (average infiltration rate)

ويعبرعنه بالـــ (mm/day)

و E هى متوسط البخرنتح (average Evapotranspiration) ويعبر عنه بالـ (mm/day)

و t_i هو زمن الرشح (infiltration time)

و t_a هو الفترة بين الريات (time of irrigation intervales)

إحتياجات الصرف والغسيل فى إستصلاح الأراضى المتأثرة بالأملاح

إن كمية المياة المطلوبه لأستصلاح الأراضى المتأثرة بالأملاح تختلف عن الأحتياجات اللازمه لحفظ التوازن الملحى. وقد وجد أنه فى الأراضى عالية الملوحة أن ٣٠سم من المياه عالية الجودة كافية لغسيل الأملاح لعمق ٣٠سم والسماح للمحاصيل لتنمو بطريقة مقبولة. والشكل (٦) العلاقة بين عمق الماء لوحدة الأعماق من التربة عالية الملوحة المطلوب غسيلها. حيث كان متوسط الملوحة فى الـ ٣٠سم العليا أكثر من ٤٠ ديسى سيمنز/م وهى ذات قوام silty clay loam حيث وجد ان.

$$\frac{D_{iw}}{D_s} = \frac{1}{5(C/C_o)} + 0.15 \qquad (١٥)$$

حيث D_{iw} عمق الماء المضاف

D_s عمق التربة

C, C_o متوسط تركيز الأملاح فى العمق الكلى للتربة قبل وبعد عملية الغسيل.

ويمكن كتابة المعادلة السابقة معبراً فيها عن التوصيل الكهربى كما يلى:

$$\frac{D_{iw}}{D_s} = \frac{(Ec_e)_i}{5(EC_e)_f} + 0.15 \qquad (١٦)$$

حيث $(EC_e)_i$, $(EC_e)_f$ هما متوسط التوصيل الكهربى لعجينة الأرض المشبعه فى قطاع التربه قبل وفى نهاية عملية الغسيل وأمكن تمثيل المعادلة السابقة فى شكل (٦) ويجب أن نلفت النظر هنا أن عملية الغسيل تمت فى غمر الأرض بإستمرار بالماء. وقد وجد ان عملية الغسيل على فترات يوفر من كمية المياه المطلوبه لهذه العملية كما أن كفاءتها أعلى.

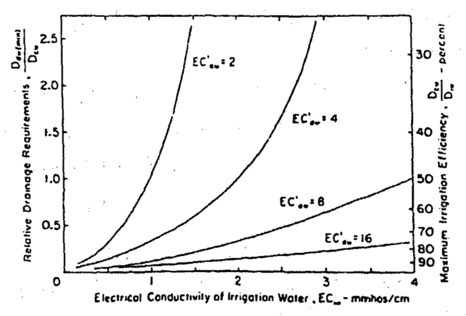


Fig. – 5 – Minimum drainage requirement, expressed as a fraction of consumptive use, as related to crop salt tolerance. (Reeve, 1957).

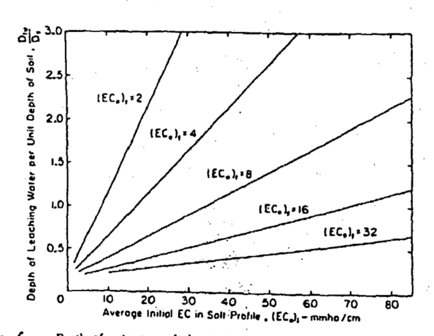


Fig – 6 – Depth of water per unit depth of soil D_{lw}/D_s required to reduce the salt content of a saline soil from an initial value of $(EC_e)_i$ to given final values of $(EC_e)_f$ = 2, 4, 8, 16, and 32 with ponded leaching. (Reeve, 1957).

ويجب أن تنوه أن العمق المطلوب لمياه الصرف لأستصلاح الأراضى الملحية يعتمد على خواص التربة وطرق ومعدلات إضافة المياه وتصميم نظام الصرف وعموماً يمكن القول بأن الحد الأعلى لـ D_{dw} المطلوب لأستصلاح الأراضى الملحية هو ١م/م بالغمر وأن الحد الأدنى للـ D_{dw} هو ٠.٢م/م مع معدل منخفض من الرى بالرش.

:Hign Boron Soils

نظراً لأن البورون يدمص فى التربة فإنه يحتاج الى مياه صرف كثيرة (D_{dw} كبير). فقد وجد انه يتطلب عمق صرف ٤.٥م ماء لكل ١.٥متر تربة لغسيل الأراضى عالية البورون ومنزرعة بالأشجار. وعلى وجه العموم فإن التقدير المقبول هو ٩٠سم لغسيل ٣٠سم من التربة فى حالة البورون. ووجد أن كفاءة غسيل البورون سواء بالغمر او بالرش واحدة.

أما بالنسبة للأرض الصودية sodic soils فهى أكثر صعوبة فى إستصلاحها من الأراضى الملحية. وذلك نظراً لأحتياجها أحلال الصوديوم المتبادل بالكالسيوم لتحسن نفاذية المياه خلالها بالإضافة الى عملية الغسيل. ووجد أنه يلزم كمية من المياه تساوى ٩ وحدات لكل وحدة عمق من التربة الصودية للأستصلاح. ومن ثم فإن تصميم نظم الصرف عادة لايعتمد فقط على إحتياجات الأستصلاح ولكنه يعتمد أيضاً على كيفية إدارة هذه الأرض ونوع التقنيات المستخدمة بعد عملية الأستصلاح.

الباب الثاني

الصرف العام المكشوف

أعتمدت سياسة الصرف الزراعي على تقسيم أراضى مصر الزراعية الى مناطق لايتجاوز طول المصرف الرئيسي فى كل منطقة عن ٣٠كم وكذلك توسيع وتعميق جميع المصارف الرئيسيه والفرعية لتوفير عمق صرف حقلى قدره ١٢٥سم عند بداية الحقليات. كما شملت هذه السياسة إنشاء محطات صرف بمناطق التوسع الزراعى الجديدة وصيانة وتجديد وإنشاء محطات جديدة حتى ينخفض منسوب المياه فى المصارف العامه من عمق ١,٥م الى ٢,٥م تحت منسوب اراضى الزراعه لتهيئة صرف جيد لها والجدول التالى يوضح أطوال المصارف الرئيسيه والفرعية فى أنحاء مصر.

جدول (١) : أطوال المصارف الرئيسية والفرعية العامه فى مصر.

المحافظة	أطوال المصارف (كم)	المحافظة	أطوال المصارف (كم)
محافظات الوجه البحرى:		محافظات الوجه القبلى:	
القاهره	٤١		
بورسعيد			
الأسماعيلية	١٧٢		
السويس			
دمياط	٢١٩	القاهره	٢٣
الدقهلية	١٧٨٢	الجيزه	٨٩٥
الشرقية	١٨٥٧	الفيوم	٩١٢
القليوبية	٥٥٨	بنى سويف	١٨٠٥
كفر الشيخ	١٢٩٣	المنيا	١٣٣٥
الغربية	١٠٥١	أسيوط	٢٩٥
المنوفية	٦٩٩	سوهاج	١٩٢
البحيرة	٢١٨٩	قنا	١٨١
الأسكندرية	١١٤	أسوان	٣١٣
المجموع	٩٩٧٥	المجموع	٥٩٥١

أما فيما يختص بسياسة الصرف بالطلمبات فإن الجداول ٢، ٣، ٤، ٥ توضح مواقع هذه الطلمبات وتصرفاتها الكلية والزمام الذى تخدمه.

جدول (٢) : طلمبات الصرف فى منطقة شرق الدلتا

المحطة	عدد الوحدات والتصرف م٣/ث	التصرف الكلى للمحطة م٣/ث	الزمام / ألف فدان
١. السرو الرئيسية	٧,٥ ×٣	٢٢,٥	١١٦
٢. السرو الأضافية	١٠×٢	٢٠	
٣. القصاصين	٥×٣	١٥	١٧
٤. السرو الأسفل	٨×٤	٣٢	٦٦
٥. السرو الأعلى	٨×٣	٢٤	٥٠
٦. الايراد	٨×٤	٣٢	٥٧
٧. الجنينة	٥×٤	٢٠	٣٨
٨. فارسكور	٥×٤	٢٠	٢٠
٩. القصبى الرئيسية	٥×٣	١٥	٢٨
١٠. القصبى الأضافية	٧,٥×٤	٣٠	٧٤
١١. بنى عبيد	٥×٥	٢٥	٥٣
١٢. القلج	,٨×٣	٢,٤	٥
١٣. مصرف١ الأعلى	٥×٣	١٥	٤٥
١٤. النظام	٣,٥×٤	١٤	٤٥
١٥. المطرية	٨×٣	٢٤	٤٠
١٦. بلبيس قبلى	٥×٣	١٥	١٣
١٧. صنفط	٧,٥×٦	٤٥	١٠٥
١٨. بحر البقر	٧,٥×٤	٣٠	٦٣

جدول (٣) : طلمبات الصرف فى منطقة وسط الدلتا

المحطة	عدد الوحدات والتصرف م^3/ث	التصرف الكلى للمحطة م^3/ث	الزمام / ألف فدان
١. المندوره	٧,٥×٤	٣٠	٦٨
٢. الزينى	٥×٣	١٥	٢٢
٣. مصرف ١	٥×٤ ١٠×٥	٧٠	١٥٥
٤. مصرف ٢	٧,٥×٤	٣٠	٦٣
٥. مصرف ٣	٥×٤	٢٠	٥٦
٦. مصرف ٤	٧,٥×٥	٣٧,٥	٧٣
٧. مصرف ٦	٥×٣	١٥	٤٣
٨. مصرف ٧	٥×٦	٣٠	٨٥
٩. مصرف ٨	٧,٥×٦	٤٥	٨٠
١٠.مصرف ١١	٧,٥×٦	٤٥	٥٧
١١.حفير شهاب الدين	٥×٥	٢٥	٦٨,٥
١٢.بحر تيره	٨×٤	٣٢	٧٠
١٣.زغلول	٥×٤	٢٠	١٨
١٤.تلا	٨×٤	٣٢	١٣٧
١٥.شرق المنوفيه	٧,٥×٣	٢٢,٥	١٣٩
١٦.البرلس	٣×٣	٩	١٥
١٧.سبل	٥,٥×٣	١٦,٥	١٤٠

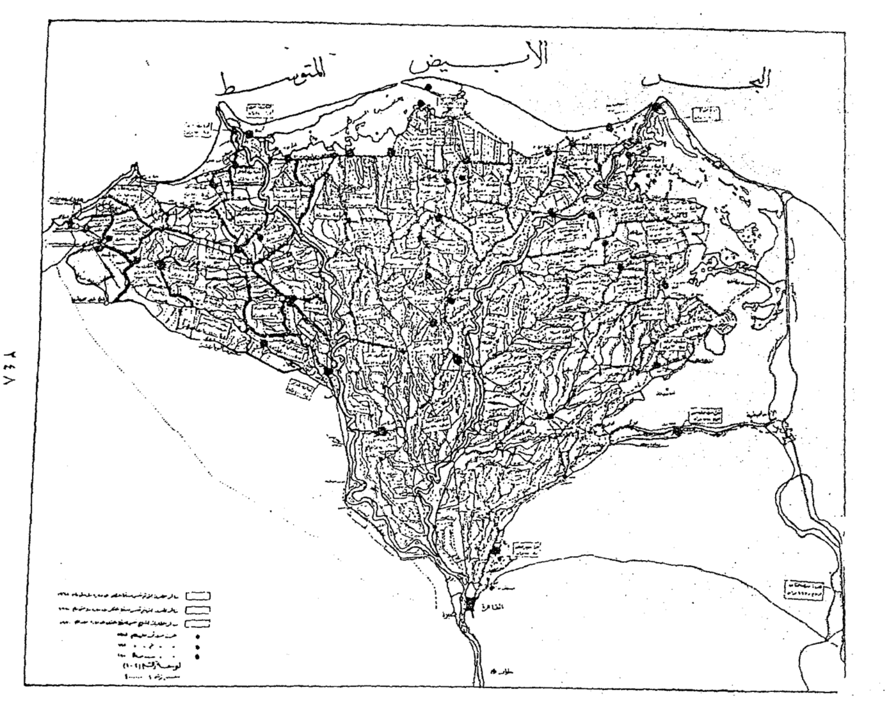
جدول (٤) : طلمبات الصرف فى منطقة غرب الدلتا

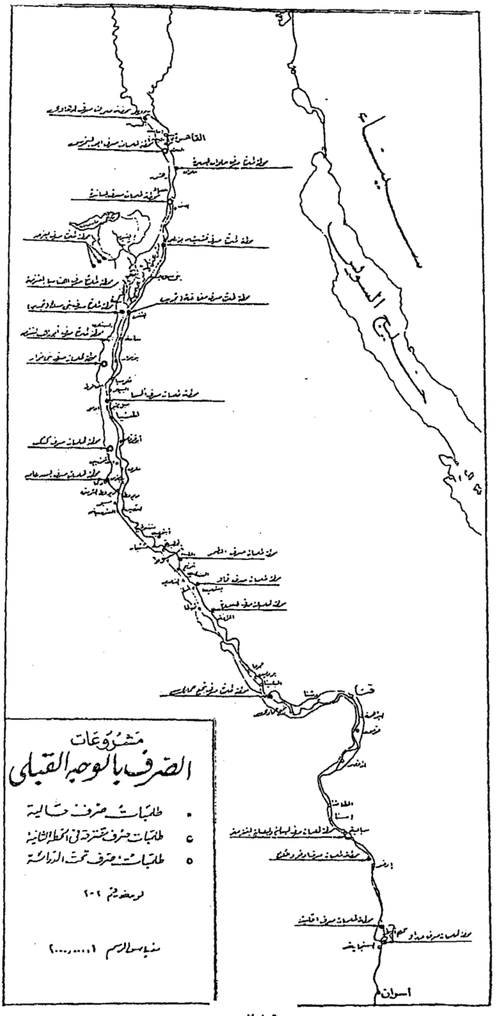
المحطة	عدد الوحدات والتصرف م٣/ث	التصرف الكلى للمحطة م٣/ث	الزمام / ألف فدان
١. المكس	١٢,٥×٦	٧٥	٤٧٠
٢. الطابية	٨×٥	٤٠	٤٥
٣. حلق الجمل	٥×٥	٢٥	٥,٥
٤. البوصيلى	٣,٥×٦	٢١	٢٥
٥. برسيق	٥×٥	٢٥	٥,٥
٦. زرقون	٥×٤	٢٠	٣٤
٧. الرهاوى	٤,٥×٤	١٨	٨٠
٨. برج رشيد	٠,٣×٣	٠,٩	١,٣
٩. تروجه	٧×٥	٣٥	١٠٣
١٠. الدشودى	٣×٥	١٥	٣٣
١١. القلعه	٢,٥×٣	٧,٥	١٤
١٢. زاوية البحر	٠,٥×٣	١,٥	٤
١٣. ادكو	٣,٥×٣	١٠,٥	١٨
١٤. الحارس	٤×٨	٣٢	٦٠
١٥. الدلنجات	٥×٣	١٥	٧٠

جدول (٥) : طلمبات الصرف فى الوجه القبلى

المحطة	عدد الوحدات والتصرف م^٣/ث	التصرف الكلى للمحطة م^٣/ث	الزمام / ألف فدان
١.أطسا	٢×٤	٨	١٨٨
٢.بنى صالح	٢,٢×٢ ٢,٢٥×٢	٩,١	٤٢
٣.مصرف مغاغه	٢×٢	٤	٧
٤.الجلاوية	٣,٥×٣	١٠,٥	٢٧
٥.أبو سميل صرف	٠,١٥×٢ ٠,٤×١ ٠,٨×١	١,٥	٠,٥٥
٦.دراو صرف	١×٢	٢	٤
٧.اقليت صرف	١×١ ٠,٦×١	١,٦	٢
٨.البدرمان	٢×٣	٦	٢٠
٩.المطمر	٣×١ ٢×١ ٢,٥×١	٧,٥	٣٠
١٠.محطة ١ النزق ١١.محطة ٢ الفيوم ١٢.محطة ٣	١×٤ ١,٨×٤ ٢,١×٤	٤,٠ ٧,٢ ٨,٤	٢٦
١٣.القلح ـ صرف	٢×٤	٨	٢١
١٤.أمبابه	٠,٢٥×٢	٠,٥	١
١٥.قشيشة	٥×٤	٢٠	٨٤
١٦.ابو شوشه	٢,٥×٤	١٠	٥٧
١٧.مواطى قاو	٢×٣	٠,٦	٠,٩
١٨.الإشراف	٠,٥٧٥×٢ ٠,٣٨٠×٦ +	٣,٤٣	١٣

إضافة الى طلمبات صرف أهناسيا وتخدم زمام ٩٦ ألف فدان وطلمبات ابو راهب الكهربائية وتخدم ٣٤ ألف فدان وطلمبات البصيلية والسباعية وتخدم حوالى ١٠ آلف فدان.


البحر الأبيض المتوسط
القاهرة
حلوان
لوحة رقم (١-١٠)


القاهرة
المنيا
قنا
إسنا
أسوان
مشروعات
الصرف بالوجه القبلى
طلمبات صرف حالية
طلمبات صرف مقترحة فى الخطة الثانية
طلمبات صرف تحت الدراسة
لوحة رقم ٢٠٢
مقياس الرسم ١ : ٢،٠٠٠،٠٠٠

تصميم قطاعات المصارف المكشوفه :

المصارف المكشوفة هى قنوات ذات أعماق معينة ذات إنحدار على طول مسارها حتى تتحرك المياه فيها وتخطط المصارف المكشوفه بحيث تكون فى الأماكن المنخفضه من المزرعة وفى خطوط مستقيمة كلما أمكن ذلك أما بالنسبه للمصارف المجمعه فيتم تحديد موقعها وفقاً لحجم المزرعه وأقصى طول مسموح به للحقليات وكذلك مواقع مصبات هذه المصارف المجمعه فى المصارف الرئيسية ويعتمد حجم المصارف المكشوفه والمستعمله لنقل كمية معينه من الماء على مساحة وشكل مقطع الصرف ومقدار انحدار قاعة وعمقة ويحدد ميل جوانب المصرف وشكل مقطع الصرف بناءاً على قوام التربه ودرجة ثباتها.

يجب أن تكون قطاعات المصارف المكشوفة كافية لحمل كميات مياه الصرف المتوقعه وبالتالى فإن تحديد قطاع المصرف يتوقف على مقدار التصرف وحساب السرعه المتوسطة للمياه من معادلة مانتج (Manning) :

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

حيث Q = التصرف م^3/ثانية

R = نصف القطر الهيدروليكى وهو يساوى مساحة مقطع المصرف مقسوماً على المحيط المبتل للمصرف م^2/م.

S = انحدار قاع المصرف (م/م طولى من المصرف).

n = معامل الخشونه ويعتمد على خشونة قاع المصرف والنباتات النامية فى المصرف وعمق المصرف ونوع التربة والمياه التى تتحرك فيه.

وسوف نعطى بعض القيم التقريبية لمعامل الخشونة (n) كما يلى:

مصارف لايزيد عمق الماء بها عن ٨٠سم:

أ ـ أرض خفيفة القوام ٠,٠٣ ـ ٠,٠٥

ب ـ أرض ثقيلة القوام ٠,٠٤ ـ ٠,٠٦

مصارف متوسطة يتراوح عمق الماء بها من ٠,٨ - ١,٧م:

أ - أرض خفيفة القوام   ٠,٠٢٥ - ٠,٠٣

ب - أرض ثقيلة القوام   ٠,٠٣ - ٠,٠٥

مصارف كبيره عمق الماء بها يزيد عن ١,٥م فإن قيمة n تتراوح بين ٠,٠٢ -٠,٠٢٥، ويجب ألا يزيد سرعة حركة المياه في المصارف المكشوفة عند حد معين حتى لاتسبب انهيار جوانب المصرف وفي نفس الوقت يجب الا تكون منخفضه حتى لاتتسبب في ترسيب الطمي في قاع المصرف.

الميول الجانبية للمصارف المكشوفة :

يعتمد ميل المصرف أساسا على قوام الأرض التي يحفر فيها ومدى ثبات هذه الأرض فإذا كان المصرف في أرض طينية قد تكون جوانب المصرف رأسية تقريباً واذا كانت الأرض متوسطة القوام فإن الميول الجانبية تكون في حدود ١,٥: ١ أما التربة الرملية فإن ميول جوانب المصرف تكون في حدود ٢:١أو٣:١.

تحديد عمق الصرف للمصارف المكشوفة :

الغرض من تحديد عمق الصرف هو ضمان بعد مستوى المياه الجوفية ومناطق التشبع الكلي بالمياه الشعرية عن منطقة جذور النباتات من اجل ذلك فإن نجاح مشروعات الصرف تتوقف على الأختيار الأمثل لعمق الصرف المناسب. ولذلك فإنه يجب الأخذ في الأعتبار النقاط التالية عند تحديد اعماق المصارف:

١.متابعة تذبذب منسوب المياه الأرضية.
٢.معرفة قوام التربة وقدرتها وسعتها الأحتفاظية بالمياه وسرعة حركة المياه بها.
٣.معرفة نوع المحاصيل المنزرعة لتحديد عمق منطقة جذور النباتات.

وقد دلت الأبحاث مع الأخذ في الأعتبار البعد الأجتماعي ان عمق المصارف الرئيسية في جمهورية مصر العربيه ٢م وتنفذ الأعمال الصناعية على اساس عمق ٢,٥م لإمكان التعديل مستقبلاً.

بينما عمق المصارف الفرعية ١,٥م وتنفذ الأعمال على اساس عمق ٢م لسهولة تعديل العمق الى ٢م.

ونظراً لأن المصارف المكشوفه تستنفذ ماتقرب من ١٥٪ من مساحة الأرض المنتفع بها وتعذر تنفيذها طبقا للأصول الفنية دون تمزيق الملكيات الصغيره كما ان المصارف المكشوفه تعرقل من نشر الميكنة الزراعية بمفهومها الواسع اضافه الى صعوبة صيانة هذه المصارف وتصبح موطناً للحشائش كما انها كانت السبب الرئيسي فى اسراف الفلاح فى مياه الرى وهذا بدوره أدى الى ارتفاع المياه الجوفية. من أجل ذلك كله أتجهت سياسة الدولة الزراعية الى تعميم شبكات الصرف المغطى فى أراضى مصر الزراعية حيث ان شبكات الصرف المغطى تحقق الآتى:

١.ان شبكات الصرف المغطى توفر صرفاً كاملاً على العمق المطلوب دون استنفاذ للأرض او تمزق الملكيات الصغيرة أو عرقلة الميكنه الزراعية.
٢.توفر شبكات الصرف المغطى العمق الكافى من التربه لاتمام العمليات الكيمائية والبيولوجية اللازمه لنمو النبات بكفاءة عالية.
٣.الزيادة فى غلة المحاصيل المنزرعة.
٤.أن مقنن الصرف المغطى قد يبلغ نصف مقنن الصرف المكشوف وذلك لانعدام الصرف السطحى مما يدفع الى الحرص فى استعمال مياه الرى.
٥.تقليل الأحتياجات المائية على نحو قد يصل الى ١٥-٢٠٪ كنتيجه لعدم تسرب مياه الصرف السطحى للمصارف.
٦.عمرها الأفتراضى قد يصل الى ٥٠ سنه بالإضافة الى انخفاض تكلفة صيانتها.

مما تقدم يمكن القول بأن خطة الدولة لتعميم الصرف المغطى كان ضرورة ملحة لتوفير الصرف الكامل للأراضى الزراعية لتحسينها ومضاعفة غلتها أى مضاعفة الدخل القومى من الزراعة كما يوفر مياه الرى والتى تساعد على التوسع الأفقى إضافة الى أنه يوفر تكاليف ابادة الحشائش بالمصارف. المكشوفة وكذلك ابادة قواقع البلهارسيا التى تلتصق بالحشائش والتى تشكل إحدى حلقات دورة حياتها.

مقـــنن الصـــرف

يعبر مقنن الصرف عن كمية المياه التى تتصرف فى المصرف فى وحدة الزمن منسوبه الى الزمام المركب عليه. ويعبر عنه م٣/يوم/فدان على المصرف الذى يصرف فيه.

ويتوقف مقنن الصرف على:

١. درجة استواء سطح الأرض ونوع الأرض وكمية المياه المضافه فى كل ريه ونوع النتاج السائد ونوع المحصول ومساحة وشكل الحوض. أى يتوقف مقنن الصرف على نسبة الصرف السطحى الى الصرف الباطنى.

٢. المقنن المائى للرى.

٣. كمية الأمطار.

٤. المياه الجوفية وأثرها فى عملية الصرف.

٥. الحاجز الأرضى وأثره فى الصرف.

٦. سمك طبقة الطمى ومعدل الرشح.

٧. حالة المصارف الحقلية.

أثر المياه الجوفية على مقنن الصرف :

قد لوحظ أن هناك تفاوتا كبيرا بين منسوب المياه الجوفيه ومستوى المواسير المغطاه فى مختلف انحاء الدلتا مما يؤدى الى تفاوت تأثير المياه الجوفيه على الصرف ومقنناته وقد قسمت اراضى الدلتا الى مناطق لتوضح تباين هذا التأثير.

١. المنطقة الشمالية تقع بين البحر الأبيض المتوسط وخط كنتور ٣.

ويلاحظ فى هذه المنطقة ارتفاع منسوب المياه الجوفيه عن منسوب مواسير الصرف المغطاه مما يسبب اندفاع جزء من المياه الأرضية فى تلك المواسير مسببة زيادة ملموسه فى مقنن الصرف.

٢. المنطقة الوسطى وتقع بين خطى كنتور ٣، ٨.

فى هذه المنطقه يتساوى تقريبا كل من منسوب المياه الجوفية الحره مع منسوب مواسير الصرف المغطاء وعلى ذلك تستقبل هذه المواسير كل مياه الصرف ولذلك فإن المياه الجوفيه لاتؤثر تأثيرا مباشرا على مقنن الصرف.

٣. المنطقه الجنوبية تقع بعد خط كنتور ٨.

لوحظ انخفاض منسوب المياه الجوفية عن منسوب مواسير الصرف المغطاه ولذلك فإن جزء من مياه الصرف يتجه الى هذه المواسير وجزء آخر يستمر فى حركته الرأسية الى المياه الجوفيه.

أثر شذوذ الموقع فى مقنن الصرف:

يؤدى شذوذ الموقع الى رفع مقنن الصرف نتيجة مايسببه من تواجد ضاغط هيدروليكى يحلو به مستوى المياه الأرضية الحره الناتجه من مياه الرى على انواع المصارف المختلفه وسوف نسوق بعض الأمثله على شذوذ الموقع.

إن الأراضى المتاخمه مباشره لأحد فرعى نهر النيل تشكل موقعا شاذا يرفع مقنن الصرف عن الرقم الأعتيادى وذلك فى فترة فيضان النهر، أى بصفه مؤقته.

وإذا جاورت منطقة الصرف احدى القناطر المقامه على أى من فرعى نهر النيل (مثل القناطر الخيريه وقناطر زفتى وقناطر إدفينا) كانت موقعا شاذا يرتفع فيه مقنن الصرف عن الأعتيادى بصفة مستديمة.

أى أن رفع المقنن بسبب تجاور أحد فرعى نهر النيل أو تجاور أحدى القناطر يرجع الى ضغط ماء النهر المرتفع والذى ينتقل عبر طبقات القاع الرملية الى المياه الجوفيه والأراضى المجاوره مسببا ارتفاع الضاغط البيزومترى فيها ومن ثم يرفع قيمة مقنن الصرف.

ونظراً لان القطاع المائى فى الترع الرئيسية مثل الرياحات ضئيل مقارنة بالقطاع المائى للنهر وبالأضافه الى انه يقع فى الطبقه ذات النفاذية البطيئة ومن ثم

فإن الترع الرئيسية ليس لها القدرة على تكوين المواقع الشاذه حيث لايصل تأثير هذه الترع الى الضاغط البيزومترى للطبقة الجوفية تحت الأرض المجاورة وبالتالى لايكون لها أثر فى رفع مقنن الصرف.

وربما تتسرب بعض المياه من الترع الرئيسية، نتيجه جريان المياه فيها بمناسيب مرتفعه بصفه مستمرة، فى شريط ضيق من الأراضى حولها. ويمكن التغلب على هذه المشكلة بعمل نزاز صغير بمحاذاة مجرى الترعة أو مصارف قاطعة اذا لزم الأمر. ويتوقف ذلك على منسوب الأراضى المجاوره مقارنه بمنسوب المياه فى هذه الترع.

مـــثال :

منطقة سبل العليا وتقع فى جنوب وصدر الدلتا ويحدها فرعا رشيد ودمياط وبذلك تعتبر موقع شاذ لتجاورها للفرعين مما يعرضها للشذوذ المؤقت (وقت فيضان النهر فقط) بينما قربها من القناطر الخيريه يعرض موقعها للشذوذ الدائم. ولكن بالرغم من هذا الموقع الشاذ جداً فإن مقنن الصرف فيها يزيد قليلا عن المقنن الأعتيادى نتيجه وجود الحاجز الأرضى امام هذه المنطقة حيث يوفر لها الحماية من تسرب المياه الجوفيه اليها.

ومن المواقع الشاذه فى منطقة شمال الدلتا. منطقة طلمبات فارسكور والسرو والأيراد بشرق الدلتا.

والبصيلى وحلق الجمل بغرب الدلتا وهى تتعرض لشذوذ مؤقت بسبب تجاورها لأحد فرعى النهر وهذا يستوجب رفع قيمة المقنن خاصة فى شهر سبتمبر.

وفى منطقة صرف (١١) فهى فى شذوذ دائم بسبب تجاورها لقناطر ادفينا ولذلك فإن مقنن الصرف فى هذه المنطقة ترتفع قيمته عن أى منطقة شاذة أخرى.

بالنسبه للوجه القبلى فإن الموقع الوحيد الشاذ بعد انشاء السد العالى هو الأراضى الواقعه أمام الحاجز الأرضى أو فوقه.

الحاجز الأرضى وأثره على الصرف ومقنناته:

قد أثبتت الأبحاث أن هناك حاجزا أرضيا من تربه صماء يحتوى تجويف الوادى كله من الشرق الى الغرب ومن اعلى الى اسفل ويقع جنوب القاهره وهذا الحاجز شطر أراضى الدلتا عن اراضى الوجه القبلى.

ووجود هذا الحاجز الأرضى قبل القاهره ادى الى رفع مستوى المياه الجوفيه فى اراضى الجيزه وأصبحت مثل الأراضى الواقعه فى شمال الدلتا والتى تعانى من مياه البحر الثقيلة.

أى أن الحاجز الأرضى كان حماية للأراضى فى جنوب الدلتا (التى تليه شمالا) وفى الوقت ذاته أساء الى الأراضى الواقعه الى الجنوب وهى أراضى محافظة الجيزة وبعض أراضى محافظة بنى سويف.

أى أنه بفضل الحاجز الأرضى ظل مستوى المياه الجوفيه منخفضاً فى جنوب الدلتا وذلك لمنع تسرب المياه اليها من الجنوب مما جعل هذه الأراضى تتمتع بصرف طبيعى أو صرف رأسى جيد فأحتفظت بخصوبتها وقدرتها الأنتاجية دون صرف صناعى. أما فيما جاور الحاجز فى الجنوب فقد ارتفع الخط البيزومترى نتيجة لاعتراض الحاجز لسير المياه الجوفيه الوارده من الجنوب ومنعها من مواصلة السير شمالا فأرتفع مستواها قبل أن تتحول للتسرب شرقا الى مجرى النيل وهو المنفذ الوحيد لها فأضر ذلك بأراضى الجيزه ورفع مقنن الصرف فيها على النحو الذى ارتفع اليه المقنن فى أراضى شمال الدلتا عند اعتراض مياه البحر مما دفعها للأرتفاع الى مافوق المياه المالحه قبل أن تواصل إنحدارها الى البحر.

وهكذا تساوى أثر الحاجز الأرضى فى أراضى محافظة الجيزه بالأثر الذى كان للبحر الأبيض بمائة الثقيل فى أراضى شمال الدلتا مما أدى الى تدهور هذه الأراضى وقلة انتاجيتها وارتفاع مقنن الصرف فى كل منهما بسبب ارتفاع المياه الجوفية.

تقدير مقنن الصرف:

أجريت تجارب حقلية لتحديد مقنن الصرف اليومى للفدان تحديداً عمليا وذلك بتحديد كمية مايتحول من مياه الرى الى مياه الصرف وتحديد الوقت الذى تستغرقه عملية التحويل. حيث تقاس تصرفات مياه الرى بواسطة هدار وتصرفات الحقليات من غرف التفتيش بأوعية بلاستيكية ذات سعة معلومة كما توضع بالحقول التجريبية شبكة من البيزومترات لتتبع تذبذبات المياه الجوفية حيث تكون الحقليات على ابعاد مختلفه وعلى عمق ثابت.

وهناك بعض المعادلات البسيطة استخدمت لحساب مقنن الصرف فى المناطق التى لم ينشأ بها حقول تجريبيه عن طريق ايجاد معامل يربط بين مقنن الصرف ومقنن الرى.

مقنن الصرف = معامل التناسب × مقنن الرى (م^3/فدان/يوم) (١)

وفى المناطق فى شمال الدلتا الواقعه بين خط كنتور ٣م والبحر وكذلك المناطق المتاخمه للنيل والتى يرتفع فيها المستوى البيزومترى للمياه للمياه الجوفية عن مستوى الصرف ومن ثم تتسرب المياه الجوفية تحت الضاغط الهيدروليكى الى مواسير الصرف فإن المعادلة السابقه تصبح كالآتى:

مقنن الصرف = مقنن الرى × معامل التناسب الأول + معامل التناسب الثانى × الضاغط الهيدروليكى × سمك الطبقة التى تمر بها المياه الجوفيه الصاعده × سرعة نفاذ المياه الجوفية الصاعده (٢)

وحدد معامل التناسب الأول من التجارب التى اجريت فى حقل كفر خضر بينما حد معامل التناسب الثانى من التجارب التى اجريت فى منطقة إدكو.

وبالتالى فإن الأسس والقواعد التى تم تقدير مقننات الصرف تقديراً صحيحاً كانت بالأستعانه بالتجارب التى اجريت فى الوجهين البحرى والقبلى مع مراعاة الظروف الخاصه بكل منطقة وما تقتضيه من تعديل فى مقنن الصرف وكذلك بالأستعانه بالمعادلات المشار اليها وكانت على النحو التالى كما هو موضح فى جدول (٦).

جدول (٦) مقننات الصرف

الموقع	المنطقة	نوع المحصول المنزرع	مقنن الرى فى الدور م³/فدان يوميا	مقنن الصرف م³ للفدان يومياً بالنسبة للدور	بالنسبه للمساحه الكلية	ملاحظات
أولا : الوجه البحرى						
القسم الجنوبى (الأراضى الواقعه بين قناطر الدلتا وخط كنتور ٨)	المناطق العادية	قطن	٥٥	١٤	٥	
	المناطق الشاذه	قطن	٥٥	٢٠	٧	مناطق متأثرة بقناطر الدلتا
القسم الأوسط (الأراضى الواقعه بين خطى كنتور ٣،٨)	المناطق العادية	قطن	٥٥	٢٢	٨	
	المناطق الشاذه	قطن	٥٥	٢٨	١٠	مناطق متأثرة بقناطر زفتى
		أرز	٦٠	٣٠	١٥	
ثانيا : الوجة القبلى						
	ترعة الأبراهيمية	٢٥	للمساحه الكلية	١٥	٥	يضاف ٣م³ لمقنن الدور فى المناطق المتأثرة بالحاجز الأرضي
	ترعة نجع حمادى (الشرقية والغربية)	٢٦	للمساحه الكلية	٢٤	٨	
	ترعتى أصفون والكلابية	٤٥	للمساحه الكلية	٣٠	١٠	

١.جنوب الدلتا : حيث ينخفض منسوب المياه الجوفيه عن منسوب مواسير الصرف المغطاه طوال العام فقد اسفرت نتائج التجارب لتقدير المقننات كالآتى:

١١٠م^{3}	أقصى مياه صرف للفدان بعد ريه.
٥	أيام لازمه لهذه المياه
٢٢م^{3}	أقصى مقنن للصرف
١١ م^{3}	مقنن الصرف الرأسى
٢.٧م^{3}	مقنن المياه الزائدة أو ٥٪ من مقنن الرى البالغ ٥٥م٣/فدان
١٤م^{3}	جملة المقنن الأفقى بالنسبة لمساحة الدور
٥ م^{3}	جملة المقنن الأفقى بالنسبه للمساحه الكلية

ويتضح من البيانات ان معامل التناسب الأول ٢٥٪ وهى أدنى نسبة بسبب توفر الصرف الرأسى الذى أقتسم المقنن مع الصرف الأفقى.

٢.وسط الدلتا: المحصوره بين خط كنتور ٣،٨م حيث المستوى البيزومترى للطبقة المائية الجوفيه هو نفس مستوى مواسير الصرف تقريبا كانت المقننات كما يلى:

١ـ فى مناطق القطن:

٥٥م^{3}	مقنن الرى للفدان فى اليوم
٣٥٪	قيمة المعامل
١٩,٢٥م^{3}	مقنن الصرف للفدان فى اليوم بالنسبة لمساحة الدور
٢,٧٥ م^{3}	مقنن المياه الزائده للفدان فى اليوم أى ٥٪ من مقنن الرى
٢٢ م^{3}	جملة المقنن بالنسبه لمساحة الدور
٨ م^{3}	جملة المقنن بالنسبه للمساحه الكلية

٢ـ فى مناطق الأرز: حيث تبلغ قيمة مساحة الأرز ٣٠٪

٦٠م^{3}	مقنن الرى للفدان فى اليوم
٤٠٪	قيمة المعامل
٢٤م^{3}	مقنن الصرف
٦م^{3}	مقنن المياه الذائده والصرف السطحى أو ٥٪ من مقنن الرى
٣٠م^{3}	جملة المقنن بالنسبه لمساحة الدور
١٥م^{3}	جملة المقنن بالنسبه للمساحه الكلية

٣ـ شمال الدلتا : الواقعه بين خط كنتور ٣م والبحر:

وفى هذا المنطقة يرتفع المستوى البيزومترى للطبقه المائية الجوفية عن مستوى مواسير الصرف المغطاه وقدرت المقننات بالمعادلة رقم (٢) وكانت كما يلى:

٧٠م^{3}	مقنن الرى
٤٠٪	قيمة المعامل الأول
٢٨م^{3}	مقنن الصرف
٧ م^{3}	مقنن المياه الذائده والصرف السطحى أو ١٠٪ من مقنن الرى
٣٥م^{3}	جملة المقنن الصرف
٤٣م^{3}	مجموع المقنن بالنسبه لمساحه الدور
٨م^{3}	الشق الثانى من المعادلة
٢٢م^{3}	مجموع المقنن بالنسبه للمساحه الكلية

المقننات فى المواقع الشاذه:

١- فى جنوب الدلتا:

٧ م^{3} للفدان فى اليوم بالنسبه للمساحه الكليه

٢٠م^{3} للفدان فى اليوم بالنسبه لمساحه الدور

٢- فى وسط الدلتا:

(أ) فى مناطق القطن

١٠م^{3} للفدان فى اليوم بالنسبه للمساحه الكليه

٢٨م^{3} للفدان فى اليوم بالنسبه لمساحه الدور

(ب) فى مناطق الأرز

١٨م^{3} للفدان فى اليوم بالنسبه للمساحه الكليه

٣٦م^{3} للفدان فى اليوم بالنسبه لمساحه الدور

٣- فى شمال الدلتا:

٢٧م^{3} للفدان فى اليوم بالنسبه للمساحه الكليه

٥٣م^{3} للفدان فى اليوم بالنسبه لمساحه الدور

حساب مقنن الصرف:

يمكن حساب مقنن الصرف بمعرفة كميات مياه الرى المضافه ومعدل البخر نتح ومعدل التسرب فعلى سبيل المثال اذا كان معدل التسرب للتربه هو ٢,٥×١٠$^{-٥}$ سم/ثانية وأن ارتفاع المطر كان ١٥٠مم بعد ٢٤ ساعه وأن معدل البخر نتح فى هذه المدة كان ٥مم وكان نوع المحصول هو البطاطس والتى لاتعيش تحت الظروف الغدقه اكثر من ٤٨ ساعه.

١- حساب كمية مياه الرى للهكتار = $\frac{١٥٠ \times ١٠^{٤}}{٢ \times ٢٤ \times ٦٠ \times ٦٠}$ = ٨,٧ لتر/ثانية/هكتار

وهذه الكمية يجب أن تصرف بعد مضى ٤٨ ساعة

٢- حساب كمية البخر نتح = $\frac{٥ \times ١٠^{٤} \times ٢}{٢٤ \times ٦٠ \times ٦٠}$ = ١,١٦ لتر/ثانية/هكتار

٣- كمية المياه المتبقية = ٨,٧٠ - ١,١٦ = ٧,٥٤ لتر/ثانية/هكتار

٤- الكمية الكلية المتسربه داخل قطاع التربه = $٢,٥ \times ١٠^{-٧} \times ١٠^{٧}$ = ٢,٥ لتر/ثانية/هكتار

∴ كمية المياه التى يجب صرفها = ٧,٥٤ - ٢,٥ = ٥,٠٤ لتر/ثانية/هكتار بعد ٤٨ ساعه

وينصح فى هذه الحالة لزراعة محصول البطاطس فى هذه الأرض بزيادة معدل التسرب بطريقة ما.

الباب الثالث

الصرف المغطى

Subsurface Drainage

مقــدمــة :

أن الأراضى الطينية الثقيلة (أكثر من ٤٠٪ طين ونسبة عالية من السلت) ذات سعة هوائية منخفضة جداً. هذه الظاهرة تحول دون النمو الطبيعى للمجموع الجذرى خاصة فى الأراضى عميقة القطاع. وأن التحكم فى نظام الماء والهواء فى الأراضى الطينية بالصرف أو بالأستصلاح تعتبر من المشاكل المعقدة. ومن ثم فإن الأراضى الطينية الثقيلة دائماً تعتبر غير منفذه للماء وبالتالى فإن الصرف التحت سطحى غير موائم فى هذه الأراضى وربما يكون هذا الرأى ليس صائباً دائما. ويعتمد حل هذه المشكلة على النسبة بين معدل الهطول أو الرى ومعدل حركة المياه لأسفل خلال الطبقة بطيئة النفاذية. عندما يفوق معدل الهطول أو الرى معدل التدفق الرأسى لأسفل خلال الطبقة بطيئة النفاذية أو عدم تواجد طبقات غير منفذه فى قطاع الصرف فإنه يمكن تطبيق الصرف المغطى.

وتتوقف فعالية نظام الصرف المغطى على التوصيل الهيدروليكى لقطاع التربه. كما تتأثر عملية الصرف بكل من إنكماش وتمدد التربة وتكوين الشقوق ومن ثم فإن اختيار نظام الصرف يعتمد على نوع التربة والخواص الهيدرولوجية لقطاع التربة إضافة الى الأستعمال الحالى والمستقبلى للتربه. كما أن العوامل الأقتصادية تلعب دوراً فى هذا الأختيار.

مكونات شبكة الصرف المغطى Drainage materials

مواسير الصرف :

أن مواسير الصرف يجب أن تكون قوية التحمل وتمر مياه الصرف من بين الفواصل البينية لهذه المواسير وسعة هذه الفواصل تتراوح من $\frac{١}{١٦}$ الى $\frac{١}{٨}$ بوصه ويجب ألا تزيد سعة هذه الفواصل الى الحد الذى معه تزيد سرعة تدفق مياه الصرف فتعرض المواسير للأطماء خاصه فى الأراضى السلتية خشنه القوام أو الرملية الناعمه جداً حيث تتراوح حبيباتها من ٥٠ الى ١٠٠٠ ميكرون. ويجب أن تكون مواسير الصرف المغطى مقاومه للعوامل الجوية والتآكل وتتحمل الأحمال الذائدة والواقعه عليها وجدرانها قليلة المسامية خالية من عيوب التصنيع والأنواع الأكثر شيوعاً فى الأستخدام هى:

المواسير الفخارية Clay tile

المواصفات

القطر الداخلى The standared drainpipe size

50, 65, 75, 80, 100, 130, 160 and 200mm inside diameter.

سمك الجدار wall thickness

12-24mm (0.08d + 8mm)

الطول length

300 or 333mm.

وتتمتع هذه المواسير الفخارية بقدرتها على تحمل الضغوط والعوامل الجوية والتلف في أصعب الظروف كما انها أخف من المواسير الأسمنتية أو الخرسانية (concrete tiles) ولكنها تحتاج الى عناية خاصة أثناء حملها ونقلها وتحتاج أيضاً فى تصنيعها الى مهاره عالية وأدوات متطورة. ويجب أن تكون خالية من العيوب ويجب ألا يزيد معدل أمتصاصها للماء فى اليوم عن ١٥٪ من وزنها. وأقصى مسافه بينية يجب ألا تزيد عن ٣مم.

المواسير الأسمنتية أوالخرسانية Concrete tiles

تستعمل على نطاق واسع في كل من مصر والعراق ودول أخرى وعادة ماتستخدم اذا كانت المواسير الفخارية غير متاحة أو في حالة الحاجه الى أقطار كبيرة جداً حيث تتراوح أقطارها الداخلية بين ١٠٠ الى ١٥٠ الى ٢٠٠مم فما أكثر وأطولها تتراوح بين ٦٠،٩١،١٢٢،٢٤٠سم ويمكن أن تتلف في الأراضى الحامضية وعالية الكبريتات او بالمياه الغنية باملاح قاعدية أو الكيماويات الأخرى كما انها تتآكل تدريجيا بفعل الظروف المناخية وهى عرضه للتجوية نتيجة التدفق السريع للمياه التى تحمل عوالق مسننه حاده.

أنابيب الصرف البلاستيكية Plastic drain pipes

وتتميز بإنخفاض كثافتها مقارنة بالفخار أو الأسمنتية ومن ثم فانها تقلل من تكلفة النقل كما انها لاتحتاج عماله كثيرة عند تركيبها. وهى تصنع من Polyvinyl Chloride (PVC) . كما انها مزودة بثقوب.

والمستخدم منها الأنابيب المتعرجة Corrugated pipes وهذا الشكل التموجى المتعرج جعل من هذه الأنابيب إضافة الى انها مرنه انها أكثر مقاومة للأحمال الزائدة والأنضغاط وهذه المرونه أكسبتها صفه خاصة مميزة وهى سهولة تركيبها ووضعها ميكانيكيا، لذا فأن تكلفة الأنشاء والتركيب منخفضة وأهم مميزاتها مقارنة بالمواسير الفخارية والأسمنتية كالاتى:

- سهوبة حملها نظراً لخفة وزنها مهما بلغ طولها.
- ونظراً لطولها فإنة يسهل استخدامها ميكانيكيا.
- المرونه تسهل حملها ونقلها وتركيبها.
- تجانس التوزيع المساحى للثقوب يسهل دخول مزيد من المياه فيها.
- سهولة لفها بمواد مغلفة envelop
- توفر العمالة وتكلفة التصنيع والأستعمال والنقل والتركيب.
- خاملة لكل كيماويات التربة الشائعة.
- ليس بها وصلات كثيرة.

عيــوب أنابيب الصرف البلاستيكية :

- تتاثر بالأشعه UV اذا تعرضت للشمس لفترات طويلة.
- تتـأثر بدرجـات الحـراره العاليـة و زيـادة الحمـل الخـارجى الواقـع عليهـا.
- مخاطرة حدوث شرخ نتيجة الحمل المفاجى.
- معامل الخشونه عالى نسبياً.
- غير مقاومة للحريق.
- صعوبة إعادة وضعها فى الحقل بدون حدوث تكسير.

والأنـابيب البلاستيكية المتعرجـه السطح Corrugated تصنـع مـن PVC وكذلـك تصنـع مـن البولـى أثيليـن ذات الكثافـة العاليـة (PE) او البولـى بروبيليـن (PP) وتفضيل أى مادة منهمـا يعتمـد علـى العوامـل الأقتصاديـة والصفـات الفيزيائيـة لكـل منها.

والنوعيات الجيدة من هذه الأنابيب يمكن تصنيعها من كل من PVC و PE والأقطار الخارجية القياسية لهذه الأنابيب هى

40, 50, 65, 8, 160, 125, 160 and 200mm

ومنها أيضا 120, 127, 152, 203, 254, 305, 381, 457 and 610mm

والقطر الداخلى عادة يكون ٠,٩ من القطر الخارجى. والأنـابيت ذات القطـر الكبير تكون فى أطوال ٦م.

وتدخل المياه الـى انـابيب الصـرف Corrugated خـلال الثقـوب الموجـودة عليها. وعرض هذه الثقـوب "slots" تتراوح بيـن ٠,٦ الـى ٢ مـم وأطوالهـا تقريبـاً ٥مم. وتصل مساحة الثقوب الى حوالى ١٢٠٠مم^{2} فى المتر الطولى من الأنابيب.

Pipe Accessories :

أن نظام الصرف المغطى يتطلب accessories وتركيبات خاصه مثل :

(a) pipe Fittings

Couplers, reducers, Junction and Caps وتشمل

(b) gravity or pumped outlets.
(c) Junction boxes
(d) inspection chambers (manholes)
(e) drain bridge
(f) non-perforated rigid pipes
(h) surface inlets
(I) controlled dvainage or subirrigation facilition
(j) cleaning provisions

* **(End caps)** :

وهى تمنع دخول التربة فى بدايات الحقليات المفتوحة وتصنع من نفس مادة الحقليات أو اى Durable Flat material (أنظر شكل ١)

* **couplers and reducers** :

وهى تستخدم لوصل الأنابيب التى لها نفس القطر ومنها عدة انواع:
(انظر شكل ٢)

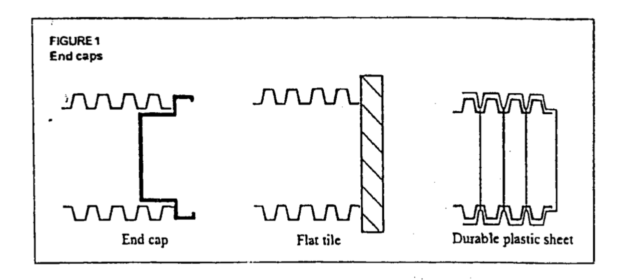
(a) External snap-on coupler
(b) Internal snap-on coupler

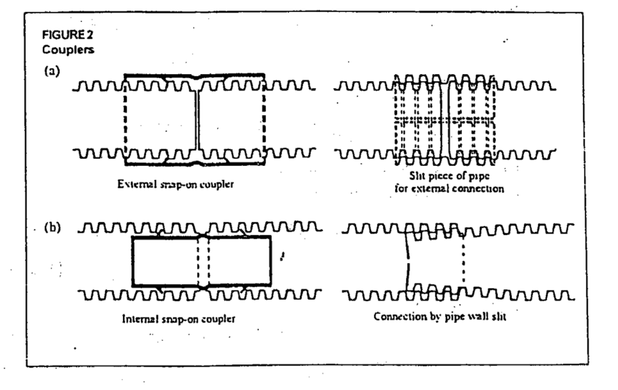
والـ reducers تستخدم لوصل الأنابيب ذات الأقطار المختلفة.
(أنظر شكل٣)

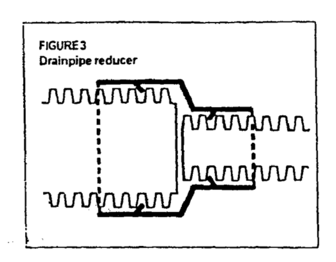
Pipe Fitting :

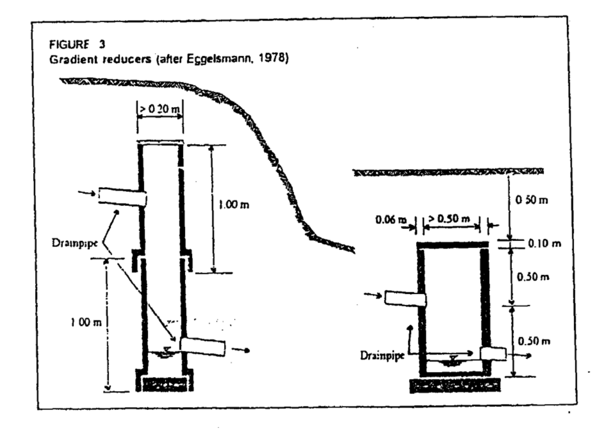
وهناك أنواع متعددة منها : Cross, T and Y Pices

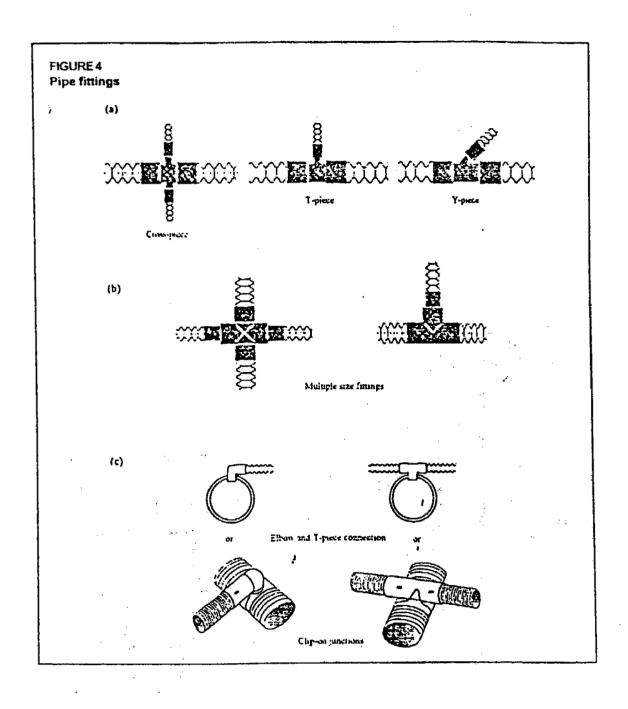
وهى تصل الحقليات أو المجمعات بالمجمعات وهى متعددة الأقطار عند النهايات وهى تسهل عملية إتصال الأحجام المختلفة من المجمعات والحقليات كما يتم حاليا توصيل الحقليات بالمجمعات بإستخدام elbows and T - pieces on top of the collector (أنظر شكل٤)


FIGURE 1
End caps
End cap
Flat tile
Durable plastic sheet


FIGURE 2
Couplers
(a)
External snap-on coupler
Slit piece of pipe
for external connection
(b)
Internal snap-on coupler
Connection by pipe wall slit


FIGURE 3
Drainpipe reducer


FIGURE 3
Gradient reducers (after Eggelsmann, 1978)


FIGURE 4
Pipe fittings
(a)
T-piece
Y-piece
(b)
Multiple size fittings
(c)
or
Elbow and T-piece connection
or
Clip-on junctions

Drain bridge:

عند عبور أنابيب الصرف مواقع لينه Soft تستخدم قنطرة الصرف لحفظ مستوى المصرف على أرض ثابته والقنطرة تصنع من timber blocks أو توضع أنبوبة صلبه قوية على حول المصرف (أنظر شكل٥)

Ridig pipes :

وهى تستخدم عند عبور جزء من أنابيب الصرف(شكل ٦) تحت الطرق والمجارى المائية وتحت جذوع الأشجار المعمرة لمنع نمو الجذور داخل الأنابيب.

Junction boxes :

يستخدم فى حالة إذا كان هناك مصرفين أو أكثر (حقليات أو مجمعات) يجتمعون فى نقطة واحدة أو يستخدم عندما يحدث تغيرات فى قطر أو ميل المجمع. ويتم حساب عمل مصيدة للسلت silt trap وتمتد الى سطح التربه. وقاع مصيده السلت يجب أن يكون على الأقل تحت قاع مدخل أنابيب الصرف down stream pipe بحوالى ٣٠سم كما يجب أن تعلو الحقليات laterals المجمعات colletors بما لايقل عن ١٠سم وتغطى هذه الـ Boxes بغطاء يقع على بعد ٤٠سم من سطح الأرض وبالتالى فهى لاتعيق العمليات الزراعية بينما اذا أمتدت فوق السطح فهى تغطى بغطاء وتصبح شبه غرف التفتيش(شكل ٧)

Monhols :

غرف التفتيش تختلف عن غرف الأتصال انها مزوده بـ Climbing وذلك للحاجة الى تفتيش وتنظيف وتسليك المصارف المغطاه وهى تصنع من الأسمنت ولها قاعدة خرسانية وتغطى هذه الغرف بأغطية والتى عادة ماتكون فوق سطح التربه وتعتبر أحياناً عائق لعمليات الخدمة الزراعية ولتجنب ذلك يمكن أن تكون على بعد ٤٠سم تحت سطح الأرض وتغطى بغطاء. وعند المتابعه أو لزوم تنظيفها يمكن الحفر حتى الوصول اليها. (أنظر شكل٨).

FIGURE 5
Drain bridge

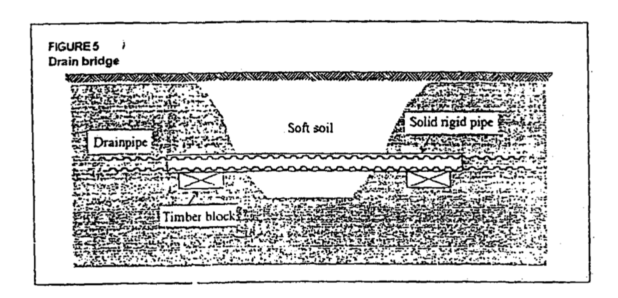


FIGURE 6
Use of rigid pipes to cross a road, a waterway or a row of trees

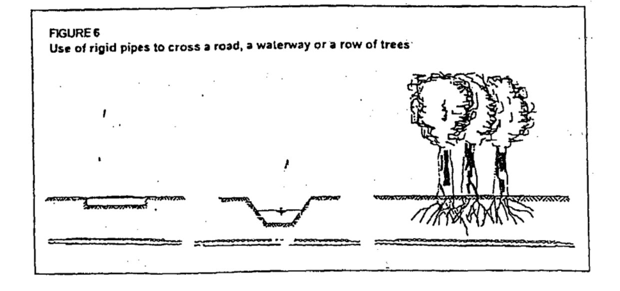


FIGURE 7
Junction boxes

(a)

Reinforced concrete lid

Bottomless box

Box with bottom

Holes ø 200 mm

Prefabricated bottom

(b)

0.40 m

Lateral

0.10 m

Collector

0.10 m

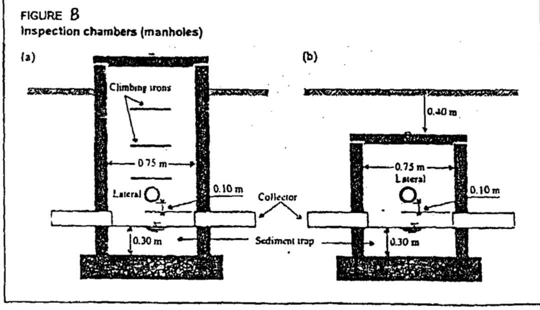
Silt trap

0.30 m

0.30 m

Concrete bottom

FIGURE 8
Inspection chambers (manholes)



Out lets :

(a) Gravity outlets

مخارج الحقليات والمجمعات يجب حمايتها فى حالة تصرف المياه عن طريق الجاذبية الى المصارف المكشوفه. ويمكن حماية الحقليات والمجمعات الصغيرة بإستخدام انابيب صلبه غير مخرمة تصنع من البلاستيك أو الصلب المجلفن ويتراوح طول هذه الأنبوبة من ١,٥ـ٥م معتمدة على قطر ماسورة المصرف وإحتمال إختراق جذور النبات لنظام الصرف وخطورة التعرية المائية تحت الأنبوبة أو عند نقطة تصرف المياه (المخرج). ويجب إستبعاد وجود أى envelope materials خاصة الزلط قريباً من المخرج وأن بضعة الأمتار الأخيرة قبل المخرج outlet يجب كبس التربة المعادة الى الخندق كبساً جيداً على طول عمق الخندق. والوظيفة الرئيسية لمخارج المصارف Drain outlets هو منع تعرية الـ ditch bank ويجب التغلب على ذلك بأن تمتد ماسورة طرد المياه فوق مستوى سطح المياه فى المصرف المكشوف بما لايقل عن ١٠ـ١٥سم.

وبالنسبه للمصارف العميقة الكبيرة يمكن أن يقام بعض الأعمال الخرسانية عند مخارجها ووضع مصفاه على مخرجها لاتسمح لدخول أى حيوانات صغيرة داخلها. (أنظر شكل ٩)

Pumped outlets :

وفى حالة تعذر الأستفاده من الجاذبية فى حركة مياه الصرف من شبكة الصرف الى المصارف المكشوفة فإنه يستخدم المضخات (مواتير سحب ورفع المياه) لصرف المياه من نظام الصرف الى المصارف المكشوفه. وهى من الطرق الشائعة فى أنظمة الصرف العميقة والتى تستخدم للتحكم فى الملوحة فى المناطق الجافه وشبه الجافه. وربما تستخدم فى مناطق أخرى بسبب عدم كفاية مناسيب المخارج المناسبة. وهى طريقة مكلفة وتحتاج الى صيانة وطاقة كهربية مقارنة بطريقة Gravity (أنظر شكل١٠).

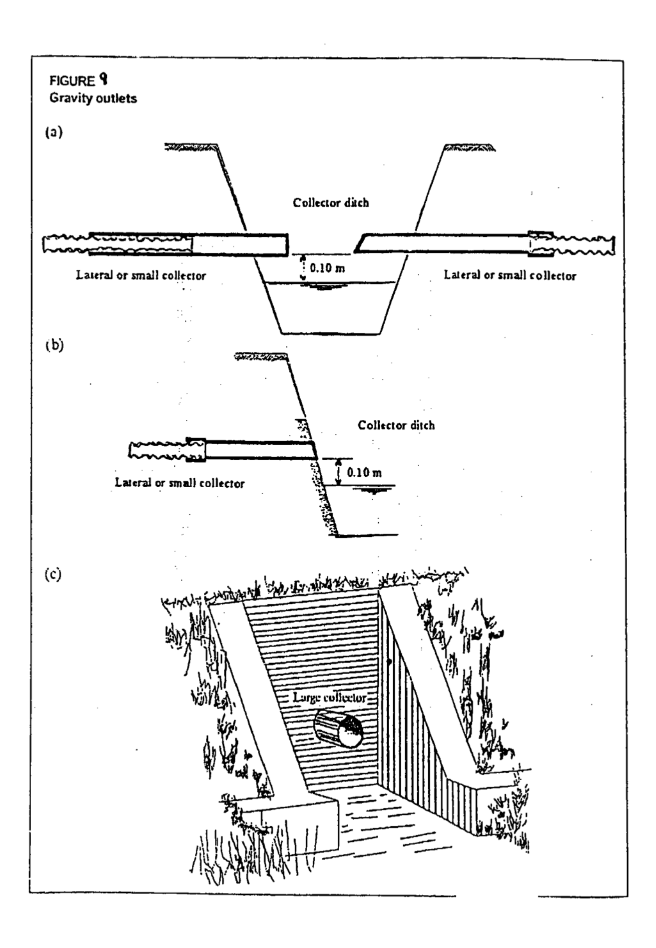


FIGURE ٩
Gravity outlets

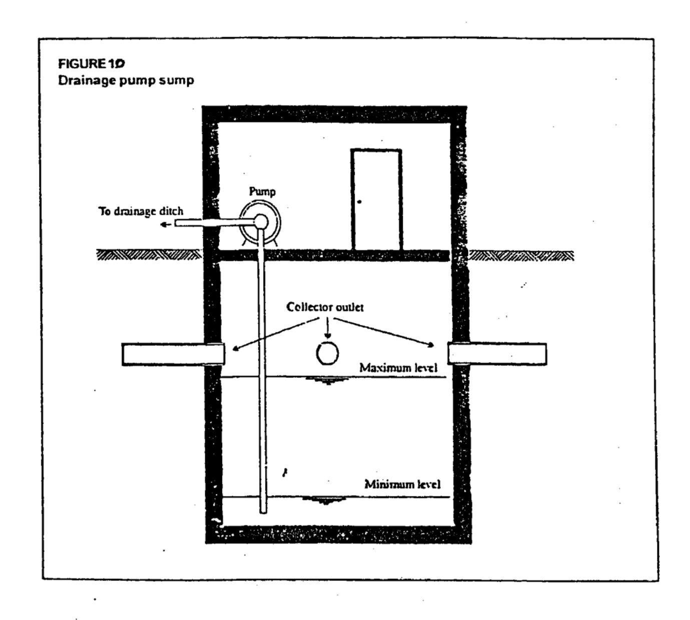


FIGURE 1D
Drainage pump sump

Envelop materials

المرشحات :

أن أهمية المرشحات تكمن فى أنها تزيد من قدرة المصرف على صرف المياه ومن ثم زيادة المسافه بين الحقليات حيث تمنع تسرب حبيبات التربة الناعمة داخل مواسير الصرف لعدم انسدادها وتقليل صيانة شبكة الصرف وإطالة عمرها الأفتراضى ويجب أن تكون نفاذية المرشحات للمياه كبير لتوصيلها بحرية كبيرة الى الوصلات البينية ثم الى الحقليات، أى أن المرشحات تكون بمثابة فلتر حتى لاتنسد الحقليات أو تقل كفاءتها وبالتالى تزداد تكلفة الصيانه الدورية. وليس من الضرورى وضع غطاء من الزلط حول مواسير الصرف اذا كانت التربة حولها ثابتـه ولايتوقع تحركها داخل الحقليات. وأكثر المواد استعمالاً فى المرشحات هو الزلط. ويوضع بأقطار من ٢-٣ بوصة بكامل طول مواسير الصرف أو حول الفواصل فقط وأقطار حبيبات المرشح يتم إختيارها حسب نوع التربه المراد صرفها وكمية تدفق مياه الصرف المتوقعه. ويجب أن يكون المرشح ذو كثافة عالية كما أن هناك دول تستخدم الصوف الزجاجى كمرشح وكذلك تستخدم المرشحات العضوية ومرشحات الألياف الصناعية.

الفلتر الزلطى Granular mineral envelop

مازال الحصى والزلط حتى الآن من أكثر المواد إستخداماً كفلتر حول مواسير الصرف والتكلفة الأقتصادية هى العامل المحدد فى ذلك. ولكن استطاع البحاث فى إيجاد مواد عضوية تستخدم كفلتر بديل للحصى والزلط.

الفلتر العضوى Organic envelop ويشمل

Chaff, cereal straw, flax straw, rice straw, cedar leaf, bamboo, corncobs, wood chips, reads, healther bushes, chopped flax, flax stemes, grass sod, peat litter, and coconut fiber.

ووجد أن تحلل غالبية الفلاتر العضوية التى تغلف الحقليات لايكون له تـأثير خطير على الثبات البنائى للتربة من حولها حيث أن هذه الخامـات او المـواد سـوف تستخدم فقط فى الأراضى عالية الثبات الميكانيكى وربما تؤثر هذه الفلاتر العضويـة على التفاعلات الكيماوية فـى حيز التربـه الموضوعـة فيهـا ممـا يـؤدى الـى إنسـداد كيماوى بيولوجى للمصـارف.

Synthetic envelopes

ونظراً للتحلل السريع للفلتر العضوى فإنه أمكن أنتاج فلاتـر مـن الألياف الصناعيـة Synthetic envelopes يمكن أن تلعب دوراً فعالاً فى هذا التطور.

1- prewrapped loose materials (PLM) :

وهـى مـواد صناعيـة تلـف ميكانيكيـاً لفاً محكمـاً حـول الأنـابيب المتعرجـه المخرمـة (الحقـليـات) وتصنـع (PLM) مـن مخـلفات اليـاف البولـى بروبيليـن (CPP-300) Polypropylene.

2- PP-450 envelope

هى أيضاً PLM envelope وهى تصنع من ألياف PP من مخلفات مصانع السجاد.

3- PP-700 envelope

وهو أيضاً مواد PLM تصنع مـن أليـاف PP جديـدة. وهـى تستخدم كفلتر خاصه فى الأنابيب ذات الأقطار الكبيرة (أكبر من ١٦٠مم) وهى غالية الثمن.

4- PS - 1000 envelope

وهى أيضاً نوع من مواد PLM envelope ويستخدم خصيصاً فى حالة إذا كانت المياه الجوفية فيها عوالق كثيرة (high amout of suspended părticles) وهى عالية السعر.

وعموماً فأن المواد الصناعية تتلف عند تعرضها لأشعة UV.

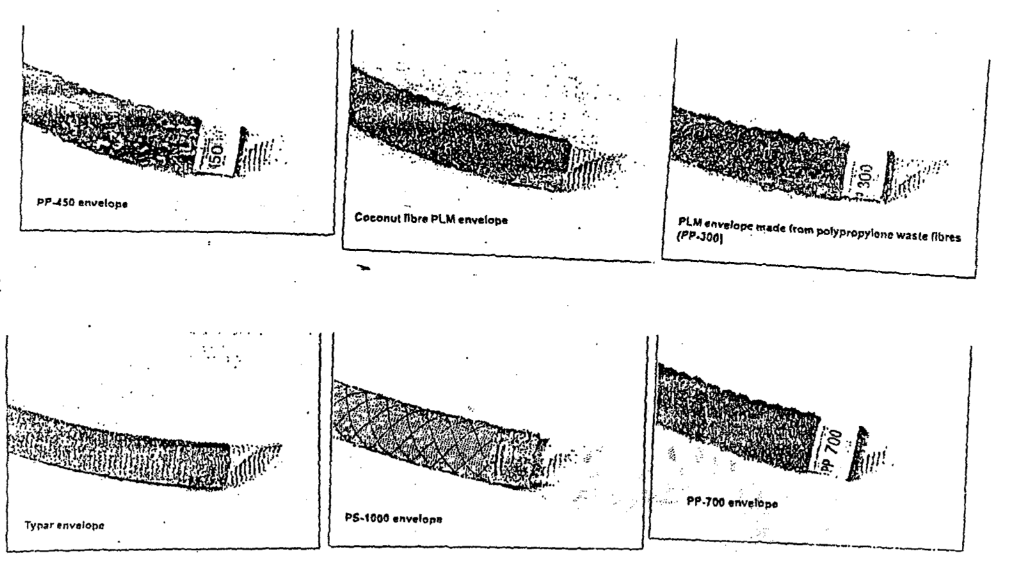
5- Geotextile envelopes :

وهـى تستخدم بنجاح وعلى نطاق واسع فى فرنسا وكندا والولايات المتحدة.

وقسمت PLM_s الى ثلاث أقسام معتمدة على حجم الفتحات الفعالة فى مسام الـ (O_{90}) كما يلى :

PLM - XF extra Fine	100 Um ≤ O_{90} ≤ 300 Um
PLM - F Fine	300 Um ≤ O_{90} ≤ 600 Um
PLM - S Standard	600 Um ≤ O_{90} ≤ 110 Um

وتـم تصنيع envelopes مـن PP and PA مـن مخلفات أليـاف (ذات مواصفات (O_{90} of 330 and 400 Um respectly) فـى حصر محلياً وأعطـت نتائج مرضية.


150
PP-450 envelope
Coconut fibre PLM envelope
300
PLM envelope made from polypropylone waste fibres (PP-300)
Typar envelope
PS-1000 envelope
PP 700
PP-700 envelope

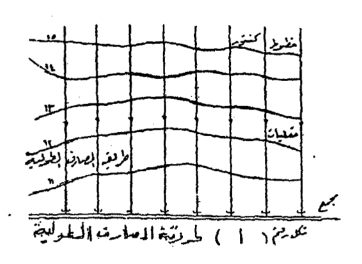
تخطيط شبكة الصرف

إذا كان هناك تماثلاً فى كل من درجة استواء الأرض ومنسوب المياه الأرضية فإنه يفضل وضع الحقليات فى خطوط متوازنه تصب فى مجمعات متعامدة عليها. وهذه المجمعات تصب فى مصارف الدرجة الأولى ومنها الى المصرف العمومى.

بينما إذا كانت الأرض غير مستوية أو كان منسوب المياه الأرضية غير منتظم يمكن إتباع أى من الطرق الآتية فى التخطيط.

١. طريقة الشبكة تستخدم فى الأراضى ذات الأنحدار المنتظم (المستوية) حيث يوضع المجمع فى حدود الأرض بينما تكون الحقليات متوازية. ويتم هذا التخطيط بطريقتين هما:

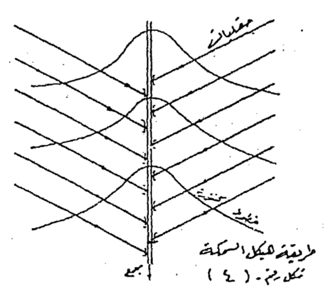
أ ـ طريقة المصارف الطولية وتستخدم اذا كان ميل الأرض أقل من ١/٣٠٠ وتوضع الحقليات فى إتجاه اكبر ميل أى انها متعامده على خطوط الكنتور (أنظر شكل ١).



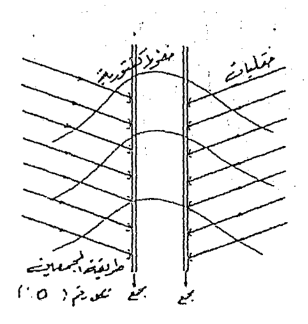
شكل رقم (١) طريقة المصارف الطولية

٣.طريقة هيكل السمكه: فـى هذه الطريقـة توضـع لاحتمـال تعـرض المنطقـة لميـاه جوفيـة زائـدة مستقبلاً وتوضـع فيهـا الحقليـات بإنتظـام علـى مسـافات متسـاوية ويشترط عدم تلاقى الحقليات من الجانبين فى نقطة واحدة على المجمع خوفاً مـن إزدحام المياه به. (ويوضح شكل ٤) تخطيط كروكى لطريقة هيكل السمكه.

شكل (٤):

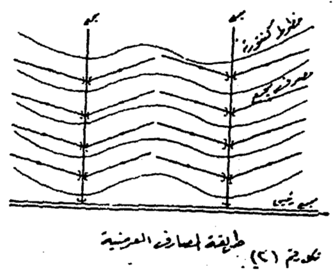


٤.طريقة المجمعين : وفيها يستعمل مجمعين اذا كـان هنـاك منخفـض عريـض فـى الأرض (شكل ٥).



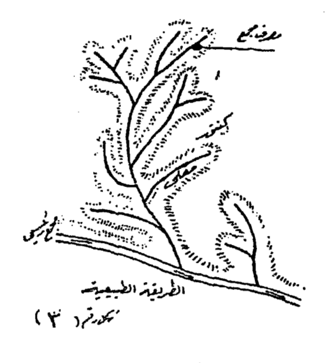
ب ـ طريقة المصارف العرضية وتستعمل اذا كان ميل الأرض يزيد عن ١/٣٠٠ وتوضع الحقليات فى إتجاه خطوط الكنتور كما هو واضح فى (شكل ٢).

شكل (٢):

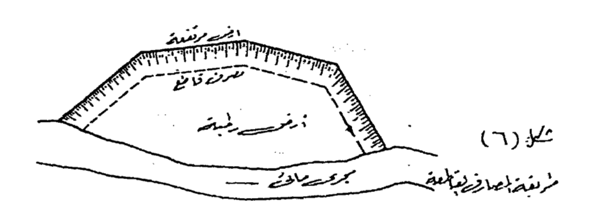


٢.الطريقة الطبيعية: وفيها يعتمد التخطيط على مناسيب الأرض الطبيعية (كما فى شكل ٣) وتصلح تطبيقها فى المساحة الصغيره كثيرة الأنحدار مختلفة المناسيب.

شكل (٣):



٥.طريقة المصارف القاطعة: تستخدم المصارف القاطعة لمنع التسرب من المجارى المائية ذات المناسيب العالية الى الأراضى المجاورة أو تستخدم لمنع التسرب من الأراضى المرتفعة الى الأراضى المنخفضة لحمايتها من الغدق والتملح (شكل ٦).



شكل (٦)
طريقة المصارف القاطعة

<u>إنحدار المصارف:</u>

إذا كان هناك إنحدار كاف توضع مواسير الصرف على العمق المطلوب موازية لسطح الأرض اما اذا كانت الأرض منبسطة فيوضع مصب الحقليات أوطى من منبعه بحوالى ٢٥سم على الأقل. بينما يتوقف منسوب المصرف المجمع على كل من:

١.منسوب الحقليات التى تصب فيه.

٢.طول المصرف المجمع نفسه.

٣.منسوب المياه بالمصرف الرئيسى المكشوف والذى يجب الا يقل عن بعد ٢م من سطح الأرض.

والنقاط الهامه التى يجب مراعاتها عند تحديد انحدارات المصارف هى أن يكون صرف المجمع بالمصرف المكشوف صرفاً حراً. كما أن أكبر إنحدار لمصارف الحقل فى حالة التخطيط الطولى وأقل إنحدار لها يكون فى حالة التخطيط العرضى. ويجب الا يزداد الأنحدار عند حد معين حتى لاتتكون تيارات عكسية تؤدى الى زحزحة خط المواسير ويجب ألا يقل الأنحدار عن الحد الذى تقل معه سرعة مياه الصرف فى خط المواسير مسببة ترسيب المواد العالقه والتى ربما تؤدى الى انسدادها. ووجد أن أقل إنحدار للمصارف ذات القطر ١٠سم هو م/كم.

وسوف نسوق بعض المعادلات التى تحكم العلاقة بين الأنحدار والسرعه كما يلى:

١.معادلة فيسر Vissers' equation

$$V = 55.23\ d^{0.6716}\ i^{0.55} \quad (١)$$

وتصبح معادلة فيسر لحساب أكبر مساحة يمكن صرفها كما يلى :-

$$q\ SL = 2408\ d^{2.672} \times i^{0.55} \quad (٢)$$

٢.معادلةماننج Manning formula

$$V = 36.84\ d^{3/2}\ i^{1/2} \quad (٣)$$

وتصبح معادلة ماننج لحساب اكبر مساحة يمكن صرفها كما يلى:

$$q\ SL = 2240\ d^{2.662}\ i^{0.5} \quad (٤)$$

حيث : الأنحدار الهيدروليكى i = (cm/m)

المسافه بين المصارف S = (m)

طول المصرف L = (m)

معامل التصرف $Q = mm \cdot d^{-1}$

قطر ماسورة الصرف cm فى المعادلة (٢،٤) = d

قطر ماسورة الصرف m فى المعادلة (٣،١) = d

السرعة المتوسطة لتدفق المياه V = m/sec.

تمرين: اذا كان الأنحدار (i) = ١٠سم/١٠٠م

معامل التصرف (q) = ٤ مم/ يوم

وكانت أقطار مواسير الصرف ٢ بوصة،٣ بوصة، ٥بوصة، ١٠بوصة، ١٨بوصة.

- أحسب كل من : السرعة المتوسطة والمساحه (بالفدان) والمسموح بصرفها مستخدما من كل من معادلة فيسر ومعادلةماننج.

عمق مواسير الصرف المغطى عن سطح الأرض:

لتحقيق تهوية مناسبة لنمو النبات وكمية مناسبه من المياه لأعطاء محصول وفير فإنه يتبقى إختيار العمق المناسب لخفض منسوب المياه الأرضية فى زمن معين. ولقد أسفرت النتائج عن أن عمق ١,٢ ـ ١,٥م للحقليات مناسب لمعظم إنتاج المحاصيل.

وقد دلت التجارب بالأراضى المصرية أن متوسط العمق المناسب لمواسير الصرف هو : ١,٢م فى الأراضى الرملية

١,٣م فى الأراضى الطفلية

١,٥م فى الأراضى الطينية

ويتوقف عمق الحقليات على قدرة الأرض على الأحتفاظ بالماء وعمق منطقة الجذور والأحوال الجوية السائدة.

" خطوات التنفيذ الآلى لشبكات الصرف المغطى "

١.يتم توزيع العمل داخل منطقة التنفيذ بما لايتعارض مع الزراعات الموجوده ودرجة نضجها وذلك بإعداد خرائط تبين انواع الزراعات القائمة فى المنطقة.

٢.يتم حفر الخندق بالعمق والعرض والأنحدار التصميمى المطلوب حيث يتراوح عمق الخندق بين ١,٢٥ ـ ١,٥م أما عرض الخندق يتوقف على نوع الماكينة المستخدمه. ويبدأ حفر الخندق من جهة المصب بعمق مساو لعمق الصرف وبعرض ثابت وبإنحدار مساو لانحدار الحقل.

٣.يتم توصيل الحقليات بغرف الأتصال وغرف التفتيش فى مسافه ٢م باليد.

وترص المواسير آليا ثم يوضع المرشح بعد رص المواسير بالسمك المطلوب ثم يتم الردم على المواسير ويمرر عجل الجرار فوق الردم بعد الأنتهاء منه لتثبيتة.

وللحصول على شبكة صرف جيده يجب مراعاة النقاط الآتية:

١. توضع المصبات فى أماكن مناسبة على المصارف المكشوفه بحيث تعلو أعلى منسوب متوقع لمياه المصرف المكشوف بما لايقل عن ٢٥سم.

٢. تخطط شبكة الصرف بمجمعات قصيرة فى حدود ١كم بميل ٠,٠٢ـ٠,٠٧٪ وحقليات طولية فى حدود ٢٠٠م وبميل ٠,١٪ فى المتوسط ويراعى الأستفادة من الميل الطبيعى فى توسيع المسافه بين المجمعات الى ٣٠٠ـ٤٠٠م. لتكون الشبكة متناسبة العمق من سطح الأرض.

٣. مراعاة تلافى كميات الحفر الكبيره.

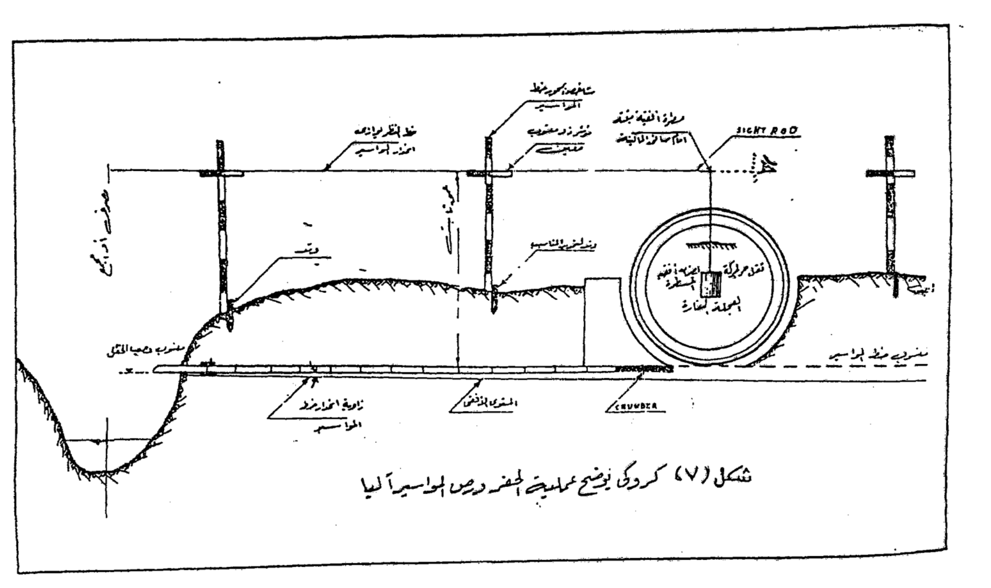
٤. مراعاة تلافى التقاطعات مع المجارى المائية العمومية والمساقى الحقلية الكبيرة التى يزيد عمقها عن ٥٠سم من أراضـى الزراعه وكذلك البعد عن المبانى والحدائق.

٥. مراعاة أن يكون التخطيط مستقيماً. كما يراعى أن يكون منسوب الحقليات عند مصبها فى المجمعات أعلى بمقدار ١٠سم على الأقل من محور المجمع ليساعد على عدم ارتداد مياه الصرف المجمعه (أنظر شكل ٧)

٦. يمكن تقسيم المنطقة الى وحدات صرف طبقا لـ :

- نفاذية التربة.
- التسرب من المجارى المائية المجاوره.
- الصرف الطبيعى فى المنطقة مع تحديد عمق الصرف المناسب.

تحديد مقنن الصرف للشبكة بحيث يتم صرف الماء الفائض بمعدل لايضر بالنبات وعادة يكون بين ١ـ٣مم/ يوم تبعا لنوع الزراعة وظروف المناخ.

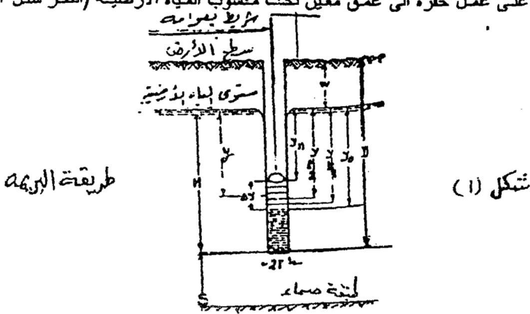


شكل (٧) كروكي يوضح عملية الحفر ودفن المواسير آليا

إن قياس التوصيل الهيدروليكى (النفاذية) للتربة فى الحالة المشبعه أى فى وجود الماء الأرضى water table تعتبر من الأساسيات التى يعتمد عليها لحل مشاكل الصرف وأكدت البحوث أن طريقة حفره الأوجر Auger hole method أو يطلق عليها طريقة حفرة البريمة Auger hole method من أهم الطرق المتاحه لقياس القيمة المتوسطة للتوصيل الهيدروليكى عند تصميم شبكة المصارف خاصه فى الأراضى الرسوبية. وفى هذه الطريقة يقدر التوصيل الهيدروليكى لحجم كبير من قطاع التربة وتختلف قيمة التوصيل الهيدروليكى للأراضى تبعاً لكل من قوام وبناء التربة وكثافتها أى انها تعتمد على هندسة فراغات التربة وطبيعة سطح الحبيبات. كما تتأثر قيمة التوصيل الهيدروليكى بمحتوى الأراضى من المادة العضوية ودرجة تشبعها بكاتيونات الكالسيوم أو الصوديوم ونوع معادن الطين.

تقدير معامل التوصيل الهيدروليكى فى الحقل:

إن قياس هذا المعامل له أهميته الكبرى فى تحديد المسافه بين المصارف وتعتبر طريقة حفرة الأوجر Auger hole method من الطرق الشائعه فى قياس معامل التوصيل الهيروليكى للتربة تحت منسوب المياه الأرضية وتعتمد هذه الطريقة على عمل حفره الى عمق معين تحت منسوب المياه الأرضية (أنظر شكل ١)



شكل (١)

حيث يفرغ جزء من المياه الموجودة فى الحفره بعد وصولها الى حالة الأتزان فيها ثم يقاس معدل انسياب المياه بها كل فترة زمنية محددة ولتكن ٥ ثوانى أو زيادة هذه الفترة اذا كان معدل النفاذية بطئ وتستمر القراءات حتى تسترد الحفره مالايقل عن ٢٥٪ من المياه التى نزحت منها ($\Sigma\Delta y_t = 1/4\ y_o$).

وحيث أن هناك علاقة بين معامل التوصيل الهيدروليكى (K) ومعدل صعود المياه فى الحفره($\Delta y/\Delta t$) كالآتى:

$$K = C.\ \Delta y/\Delta t$$

حيث C دالة لكل من:

(١) عمق الحفره أسفل مستوى المياه الأرضية (H) .

(٢) بعد الطبقة الصماء أسفل قاع الحفره (S) (الطبقة الصماء هى التى تلك الطبقه التى يقل المعامل K بها عن ١٠/١ قيمته للطبقات التى تعلوها).

(٣) نصف قطر الحفره (r) .

(٤) المسافه بين مستوى المياه الأرضية ومتوسط منسوب المياه فى الحفره أثناء صعود المياه (y) :

$$y = (y_o - y_n)^2$$

حيث y_o = المسافه بين مستوى المياه الأرضية وسطح المياه بعد التفريغ

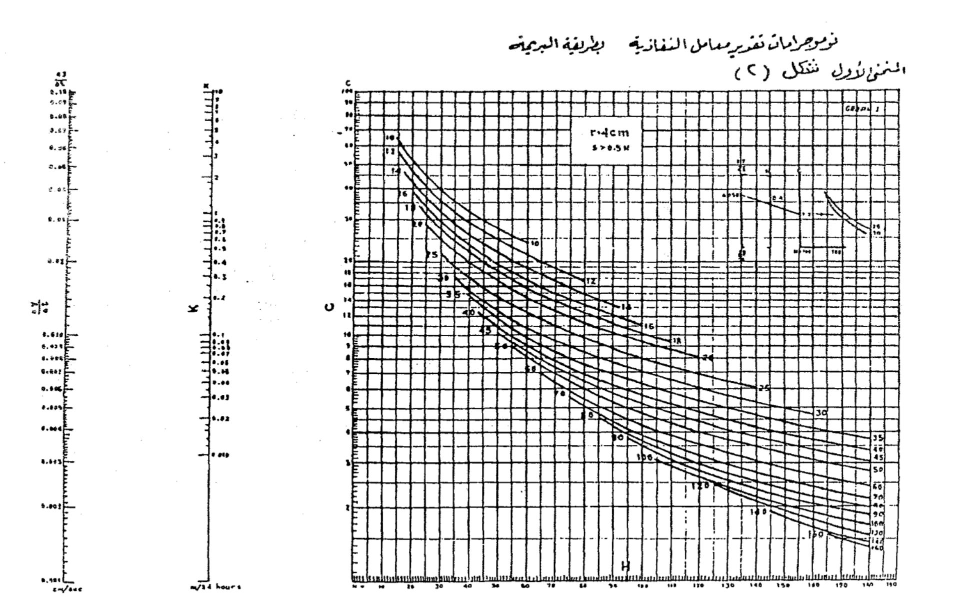
y_n = المسافه بين مستوى المياه الأرضية وسطح المياه بعد القياس

طرق حساب معامل التوصيل الهيدروليكى K

الطريقة الأولى : إستخدام نوموجرامات ارنست سنة ١٩٥٠ وفيها نصف قطر حفرة الأوجر ٤سم. والنوموجرام الأول (شكل٢) فيه $S \geq 1/2\ H$ والنوجرام الثانى (شكل ٣) اذا كانت $S = O$ ويمكن إيجاد قيمةK من هذه النوموجرامات لأى قطر آخر للحفره حيث يتم ضرب كل من Y, H فى النسبه بين نصف القطرين.

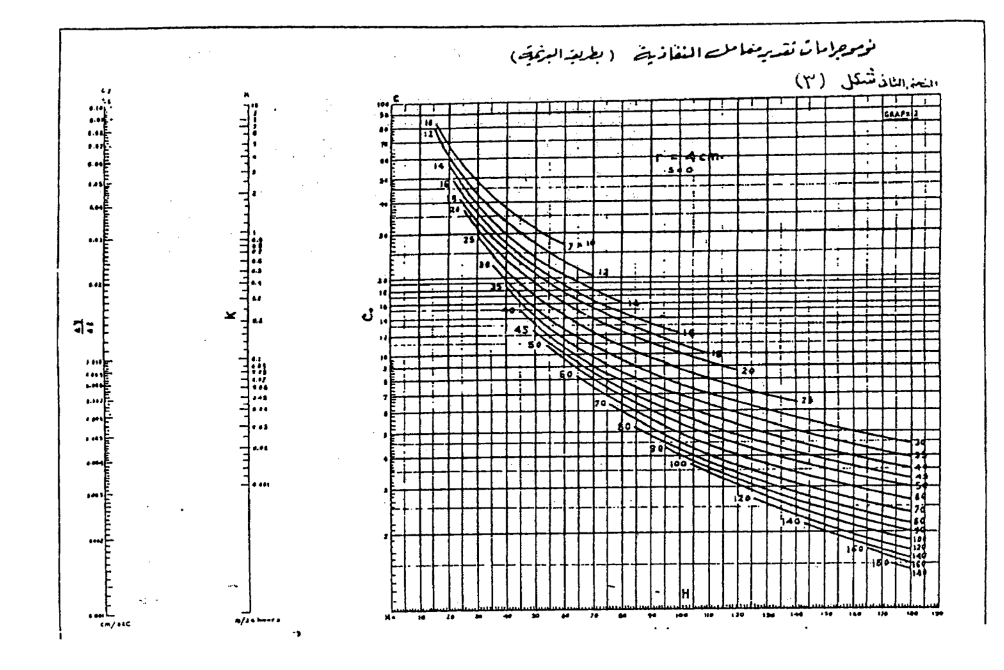
نوموجرامات تقدير معامل النفاذية بطريقة البريمة

المنحنى الأول شكل (٢)



نوموجرامات تقدير معامل النفاذية (بطريقة البرمجة)

المنحنى الثالث شكل (٣)



الطريقة الثانية : هو إستخدام المعادلات فى حساب K

الحاله الأولى : $S \geq 1/2\ H$

$$K = \frac{4000\ r^2}{(H+20r)\ (2-y/H)y} \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

الحالة الثانية $S = o$ أى عندما يقع قاع الحفرة مباشرة على الطبقة الصماء.

$$K = \frac{3600\ r^2}{(H+10r)\ (2-y/H)y} \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

حساب معامل التوصيل الهيدروليكى فى التربة ذات الطبقات:

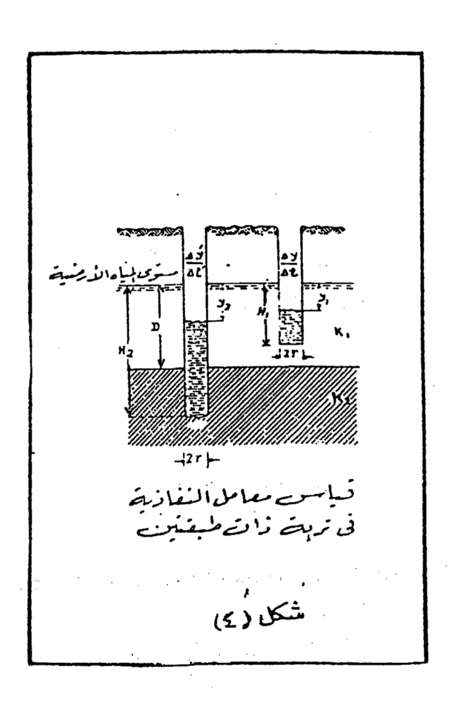
إذا كانت الأرض تتكون من طبقتين العلوية معامل النفاذية لها (K_1) والطبقة الثانية معامل النفاذية لها (K_2) فإن :

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{K_1}{C_1} + \frac{K_2}{C_2} - \frac{K_2}{C_o}$$

Or

$$K_2 = \frac{C_o\ \Delta y / \Delta t - K_1}{C_o / C_2 - 1}$$

(١) يتم حساب K_1 للطبقة العليا بإستعمال النوموجـرام الأول (شكل ٢) $(S \geq 1/2\ H)$ ومن معدل صعـود المياه فـى الحفره $\Delta y\ /\ \Delta t$. (٢) وتعيين قيمـة C_1 للمقادير y_1, H_1 . (٣) تعين قيمـة C_o من النوموجـرام الثـانى (شكل ٣) والـذى فيه $S = 0$. (٤) يمكن تعيين قيمـة C_2 بإستخدام أى من النوموجرامين حسب الحاله. (٥) استعمال كل من y_2, D نظراً لأخذ الأنسياب الأفقى فى الحفره العميقة فى الأعتبار (أنظر شكل ٤).



قياس معامل النفاذية
في تربة ذات طبقتين

شكل (٤)

الرجيم الموسمى للمياه الأرضية :

أن من الأهمية دراسة العوامل الأساسية المكونة لرجيم المياه الأرضية وذلك للتحكم فى هذا الرجيم - ومعرفة الرجيم الموسمى للمياه الأرضية هام فى دراسة الصرف. ويفضل إستخدام طريقة INARK. hongils للتعبير عن سلوك الرجيم الموسمى للمياه الأرضية وفيه يوضع الشهر الذى يحدث فيه أعلى أرتفاع لمنسوب المياه الجوفيه معبراً عنه بأرقام لاتينيه فى البسط وفى المقام الشهر الذى حدث فيه أقل إنخفاض فى المنسوب وبجواره الفارق أو السعة amplitude فى التذبذب للمنسوب وفى المناطق شبه الجافه يوجد أربعة أنواع من الرجيم الموسمى للمياه الأرضيه هى :

- الرجيم الهيدروجيولوجى Hydrogeological type : ويوجد هذا الرجيم فى مناطق إمتداد وديان الأنهار.

- الرجيم المرتبط بالمناخ Climatic type: وهو مرتبط بفصول السنه حيث يرتفع منسوب المياه الأرضية ليصل أقصاه فى الربيع ثم ليصل أدناه فى الخريف.

- الرجيم المرتبط بالرى والمناخ climato-irrigation. type : وينتشر هذا النوع فى المساحات المروية من الأرض حيث يكون منسوب المياه الأرضية قريباً من سطح الأرض.

- الرجيم المرتبط بالرى Irrigation type ينتشر هذا النوع فى المساحات المروية للمناطق التى كان منسوب المياه الجوفية بها أسفل المنسوب الحرج قبل الرى.

الباب الرابع

حساب المسافه بين المصارف

مقـدمــة

أن من أكثر العوامل التى تؤثر فى تدفق المياه نحو مواسير الصرف والتى إستخدمها الباحثون فى حلولهم لأستنباط معادلات حساب المسافه بين الحقليات هى معامل التوصيل الهيدروليكى والمسامية الحقلية وبعد الطبقة الصماء عن محور الحقليات وعمقها كذلك عن سطح الأرض ونصف قطر مواسير الصرف والفكرة فى هذه الحلول هى إيجاد علاقة بين الزمن وهبوط مستوى المياه الأرضية وكمية المياه المراد صرفها خلال الحقليات وكذلك إفتراض شكل أساس لمنحنى المياه الأرضية تجاه مواسير الصرف وشملت هذه الحلول موضوعات الصرف المغطى على أساس التدفق المنتظم والتدفق الغير منتظم.

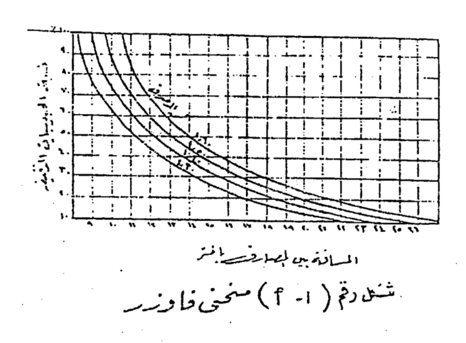
وفى البداية فقد قام كل من فاوزر وجانوتا ١٩٢١ بعمل منحنيات تربط العلاقه بين المسافه بين المصارف والنسبة المئوية للحبيبات التى يقل قطرها عن ٢٠ ميكرون كما هو واضح فى شكل (١ـ أ،ب).

معادلة نيل Neal ١٩٣٤ لحساب المسافه بين الحقليات.

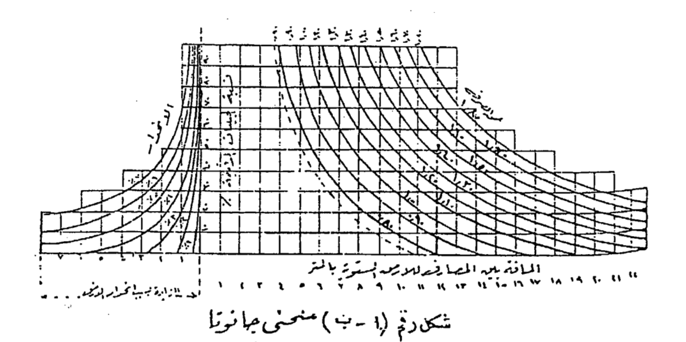
$$L = \frac{12000}{M_o^{1.6} R_d^{1.43}}$$

كما أستنبط معادلة لحساب عمق الحقليات كالآتى:

$$D + ro = \frac{1\ 7.5}{M_o^{0.3}}$$



شكل رقم (١ - أ) منحنى فاوزر



شكل رقم (١ - ب) منحنى جيانوتا

جدول (٤) قيم العمق المكافئ (de) لهوخ أوت ro = 0.07

L / H	٥٠	٧٥	١٠٠	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠	٣٠٠
بالمتر							
٠,٥	٠,٤٩	٠,٥٠	٠,٥٠	٠,٥٠	٠,٥٠		
١,١	٠,٩	٠,٩٦	٠,٩٧	٠,٩٨	٠,٩٨	٠,٩٩	٠,٩٩
٢	١,٦٧	١,٧٦	١,٨٢	١,٨٨	١,٩١	١,٩٣	١,٩٤
٣	٢,٢٠	٢,٤١	٢,٥٤	٢,٦٨	٢,٧٥	٢,٨٠	٢,٨٣
٤	٢,٥٩	٢,٩٣	٣,١٥	٣,٣٩	٣,٥٢	٣,٦١	٣,٦٧
٥	٢,٨٧	٣,٣٤	٣,٦٥	٤,٠٢	٤,٢٢	٤,٣٦	٤,٤٦
٦	٣,٠٧	٣,٦٧	٤,٠٨	٤,٥٧	٤,٨٦	٥,٠٥	٥,١٩
٧	٣,٢٣	٣,٩٣	٤,٤٣	٥,٠٦	٥,٤٤	٥,٦٩	٥,٨٨
٨	٣,٣٥	٤,١٥	٤,٧٤	٥,٤٩	٥,٩٦	٦,٢٨	٦,٥٢
٩	٣٠٤٣	٤,٣٢	٤,٩٩	٥,٨٧	٦,٤٣	٦,٨٢	٧,١١
١٠	٣,٥٠	٤,٤٦	٥,٢١	٦,٢١	٦,٨٦	٧,٣٣	٧,٦٧
١٢,٥		٤,٧١	٥,٦٢	٦,٨٩	٧,٧٧	٨,٤٢	٨,٩٠
١٥		٤,٨٨	٥,٩٢	٧,٤١	٨,٥٠	٩,٣١	٩,٩٤
١٧,٥		٤٩٧	٦,٠٠	٧,٨١	٩,٠٨	١٠,١	١٠,٨
٢٠			٦,٢٣	٨,١٢	٩,٥٤	١٠,٧	١١,٦
٢٥			٦,٣٩	٨,٥٢	١٠,٢	١١,٦	١٢,٨
٣٠				٨,٧٨	١٠,٧	١٢,٣	١٣,٦
٣٥				٨,٩٢	١١,٠٠	١٢,٨	١٤,٣
٤٠					١١,٢	١٣,١	١٤,٨
٤٥					١١,٤	١٣,٤	١٥,٢
٥٠					١١,٥	١٣,٦	١٥,٥
٦٠						١٣,٨	١٥,٩
	٣,٦٢	٥,٠٣	٦,٤٢	٩,٠٣	١١,٠٥	١٤,٠	١٦

ملاحظات عامة على معادلات التدفق المنتظم

١. أدخل أرنست فى حسابه قيمة المقاومة النصف قطرية، بينما أدخل هوخ أوت فى معادلته العمق المكافئ ليغطى مثل هذه المقاومات.

٢. يمكن تطبيق معادلة "هوخ أوت" فى الأراضى المتجانسة، أما فى الأراضى ذات الطبقتين فيمكن إستعمالها على شرط أن تكون الموسير فى الحد الفاصل بين الطبقتين، بينما معادلة أرنست يمكن إستعمالها والمواسير على أى منسوب.

٣. أفترض "هوخ أوت" عدم وجود تدفق رأسى فى الطبقة العليا، بينما قد يحدث هذا وخاصه حين تكون $K_1 > K_2$، وهنا تصبح معادلة "أرنست" أفضل.

٤. طبقا لما ذكره "هوخ أوت" فان الطبقة الصماء تفقد أثرها على التدفق اذا كانت $d > 0.25$.

٥. يلاحظ أن أستعمال المعادلة (٤) يقتصر فقط على الحالات التى يرتكز فيها المصرف على الطبقة الصماء، فإذا لم يكن هذا الأرتكاز تماما، بأن كانت الطبقة الصماء قريبة من الحقلى، فإن هناك خطأ متوقعا من تطبيق معادلات هوخ أوت.

٦. أدخل هوخ أوت فكرة " الصور" Images فى حلوله للحالة التى تكون فيها الطبقة الصماء على بعد " d " تحت محور الحقليات. وتتلخص فكرة الصورة التى استخدمها هوخ اوت فى تخيل مرآة مستوية عند الطبقة الصماء تعطى صورة تيلية تبعد عن هذه الطبقة بمقدار " d " أيضا.

وعند ذاك يكون فرق الضاغط بين النقطتين A و B فى المعادلة (٩) فى حاجة الى تصحيح نتيجة لأثر الحقليات التخيلية وتؤول هذه المعادلة الى:

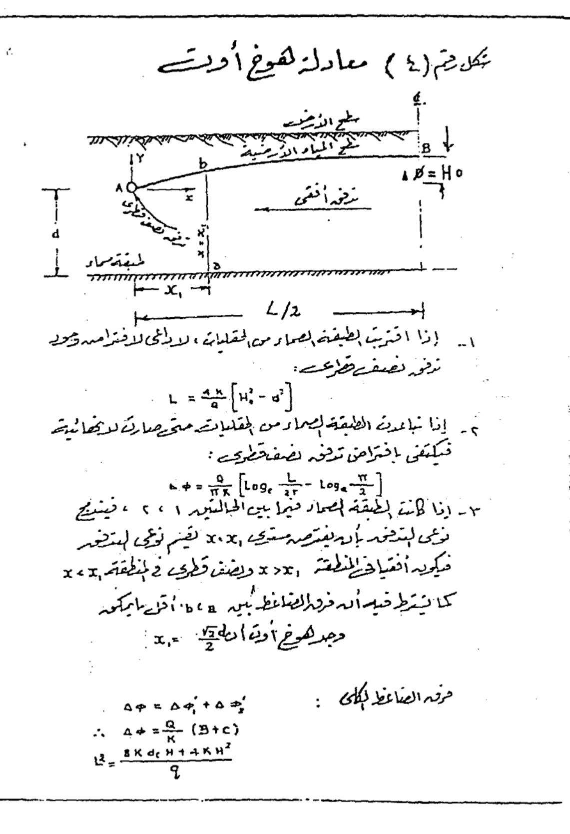
$$\Delta\phi = \frac{Q}{\pi K} \left(\sum_n \log_e r_{BN} - \sum_n \log_e r_{AN} + \sum_n \log_e r_{AN} - \sum_n \log_e r_{AN} \right)$$

جدول (٣) قيم العمق المكافئ de لهوخ أوت $r_o = 0.07\ m$

H \ L بالمتر	٥	٧,٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	ملاحظات
٠,٥	٠,٤٧	٠,٤٧	٠,٤٦	٠,٤٨	٠,٤٨	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,٤٩	
٠,٧٥	٠,٥٤	٠,٥٩	٠,٦٤	٠,٦٧	٠,٦٩	٠,٧١	٠,٧٢	٠,٧٣	٠,٧٤	٠,٧٤	٠,٧٥	لقيم H=١,٨٧٥م =٠,٨٣
١,٠٠	٠,٦٩	٠,٦٩	٠,٧٥	٠,٨٢	٠,٨٦	٠,٨٩	٠,٩٠	٠,٩٢	٠,٩٣	٠,٩٤	٠,٩٤	
١,٢٥	٠,٦٢	٠,٧٥	٠,٨٢	٠,٩٣	١,٠٠	١,٠٥	١,٠٩	١,١٢	١,١٤	١,١٦	١,١٦	=٦,٢٥ " =٢,٠٦
١,٥٠		٠,٧٩	٠,٨٨	٠,٠٤	١,١٤	١,٢٠	١,٢٤	١,٢٨	١,٣٠	١,٣١	١,٣٢	
١,٧٥		٠,٨٢	٠,٩٤	١,١١	١,٢٤	١,٣٣	١,٣٩	١,٤٢	١,٤٧	١,٥٠	١,٥٢	= ٧,٥ " =٢,٣٩
		(١)										
٢,٠٠			٠,٩٨	١,١٨	١,٣٢	١,٤٣	١,٥٠	١,٥٧	١,٦١	١,٦٤	١,٦٧	=٥,٢٥ " =٢,٤٥
٢,٢٥			١,٠٠	١,٢٤	١,٤٠	١,٥١	١,٦٠	١,٦٩	١,٧٤	١,٧٨	١,٨٦	
٢,٥٠			١,٠٢	١,٢٨	١,٤٦	١,٥٩	١,٧٠	١,٧٩	١,٨٦	١,٩١	١,٩٥	=٨١,٧٥ " =٢,٧٠
٢,٧٥				١,٣١	١,٥١	١,٦٦	١,٧٨	١,٨٩	١,٩٧	٢,٠٣	٢,٠٨	
٣,٠٠				١,٣٤	١,٥٦	١,٧١	١,٨٦	١,٩٧	١,٠٧	٢,١٤	٢,١٩	=٦,٧٥ " =٢,٠١
٣,٢٥				١,٣٦	١,٦٠	١,٧٨	١,٩٢	١,٠٦	٢,١٦	٢,٢٥	٢,٣٢	

تابع جدول (٣) قيم العمق المكافئ de لبوح أوت ro = 0.07 m

L / H بالمتر	٥	٧,٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	ملاحظات
٣,٥٠				١,٣٨	١,٦٢	١,٨١	١,٩٨	٢,١٣	٢,٢٤	٢,٣٣	٢,٤٢	لقيم H = ٧,٥ م = ٣,١٠
٣,٧٥				١,٣٩	١,٦٥	١,٨٦	٢,٠٣	٢,١٨	٢,٣١	٢,٤١	٢,٥١	
٤,٠٠				١,٣٩	١,٦٧	١,٨٧	٢,٠٨	٢,٢٤	٢,٣٧	٢,٤٩	٢,٥٩	= ١١,٢٥ " = ٣,٣١
٤,٥٠					١,٧٢	١,٩٤	٢,١٦	٢,٣٤	٢,٤٩	٢,٦٢	٢,٧٤	
٥,٠٠					١,٧٣	١,٩٩	٢,٢٢	٢,٤٠	٢,٥٩	٢,٧٤	٢,٨٧	= ١٢,٥ " = ٣,٦٠
٥,٥٠						٢,٠٢	٢,٢٧	٢,٥٠	٢,٦٧	٢,٨٤	٢,٩٢	
٦,٠٠						٢,٠٥	٢,٣١	٢,٥٥	٢,٧٤	٢,٩١	٣,٠٧	
						(٢)						
٧,٠٠							٢,٣٦	٢,٦٢	٢,٨٤	٣,٠٢	٢,٢٣	= ٨١,٧٥ " = ٢,٧٠
٨,٠٠							٢,٣٩	٢,٦٧	٢,٩١	٣,١٢	٣,٣٥	= ٦,٧٥ " = ٢,٠١
٩,٠٠							(٣)	(٥)	٢,٩٧	٣,٢١	٣,٤٣	
١٠,٠٠												
	٠,٩٣	٠,٨٤	١,٠٣	١,٤٠	١,٧٤	٢,٠٧	٢,٤٠	٢,٧١	٣,٠٢	٣,٣٢	٣,٦٢	



شكل رقم (٤) معادلة هوخ أودت
سطح الأرض
سطح المياه الأرضية
B
Φ = Ho
A
b
x
تدفق أفقي
تدفق نصف قطري
d
طبقة صماء
a
x1
L/2
١- إذا اقتربت الطبقة الصماء من القنوات، لا داعي لافتراض وجود تدفق نصف قطري:
L = 4K/q [H0² - d²]
٢- إذا تباعدت الطبقة الصماء من القنوات حتى صارت لا نهائية فيكتفى بافتراض تدفق نصف قطري:
ΔΦ = Q/πK [Loge L/2r - Loge π/2]
٣- إذا كانت الطبقة الصماء فيما بين الحالتين ١ ، ٢ ، فينتج نوعي التدفق بأن نفترض مستوى x ، x1 تقسم نوعي التدفق فيكون أفقيا في المنطقة x > x1 ، ونصف قطري في المنطقة x < x1
كما يشترط فيه أن فرق الضاغط بين a ، b أقل ما يمكن
وجد هوخ أودت أن x1 = √2/2 d
فرق الضاغط الكلي : ΔΦ = ΔΦ1 + ΔΦ2
∴ ΔΦ = Q/K (B+C)
L² = (8K de H + 4K H²)/q

وبالتعويض فى المعادلة الأولى.

فإن (٢) $$y\,dy = (Q/L\,K)\,(L/2 - X)\,d_x$$

وبتكامل هذه المعادلة فى الحدود من $y = d\ ,\ X = 0$

الى Y و X فأن

$$y^2 - d^2 = \frac{Q}{LK}\,(Lx - X^2) \qquad (٣)$$

وهى معادلة قطع ناقص.

وبالتعويض بما تساوية $y = Ho,\ X = \frac{L}{2}$ تؤول المعادلة الى

$$L = \frac{4K}{Q}\,(H_o{}^2 - d^2) \qquad (٤)$$

حيث L البعد بين خطوط المصارف .... متر

Q تصرف المتر الطولى م٢/يوم

K معامل النفاذية .... م/يوم

H_o بعد مستوى سطح المياه الأرضية عند منتصف المسافه بين خطوط المصارف المغطاة وسطح الطبقة الصماء ... متر

d البعد بين محور مواسير الصرف وسطح الطبقة الصماء متر

وعند تطبيق معادلة هوخ إوت الأولى على مواسير الصرف لوحظ أن خطوط التدفق stream Lines تأخذ التقارب فى إتجاهها نحو المواسير. ولما كان الردم فوق المواسير يستمر لمدة طويلة أعلى نفاذية من التربة الأصلية فإن الخطأ المتوقع عند إستعمال تلك المعادلة لن يكون كبيراً لأن خندق الحفر سوف يقوم أساسا بعمل المصرف المكشوف.

وقد أستنبط كولدنج Colding فى الدنمارك نفس الطريقة للوصول الى المعادلة (٣) إلا أنه أفترض d تساوى صفرا. ووجد أن البعد بين الحقليات يساوى نحو ٠,٩ من طول المحور الأكبر من القطع الناقص الذى تمثله المعادلة ٢ وكانت معادلة كولدنج كالآتى:

$$L = 1.8\, H_o\, (K/q)^{1/2}$$

حيث q = معدل هطول الأمطار = Q / L

وبالتالى فإنه عند التعويض بقيمة d تساوى صفر وقيمة Q = qL فإن المعادلة (٤) تصبح كالآتى :

$$L = 2\, H_o\, (K/q)^{1/2}$$

أو:

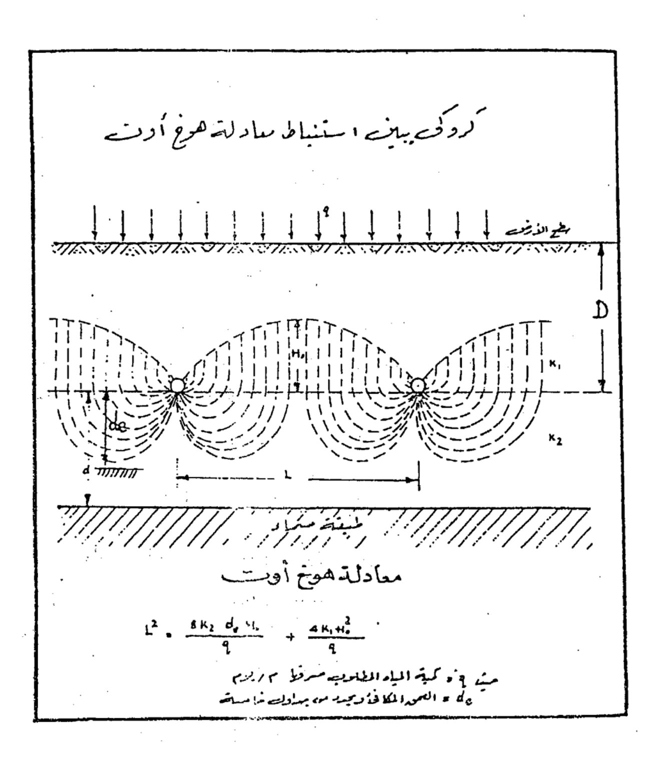
$$L^2 = (4\, k\, H^2{}_o)\, /\, q$$

ثانيا :معادلة هوخ أوت الثانية:

من المعلوم لدينا الآن أن معادلة القطع الناقص إفترضت أن المصرف فوق الطبقه الصماء أو قريبا منها، ولما كان الردم فوق المصرف عالى النفاذية ويستمر ذلك لمدة طويلة فإن أثر تقارب خطوط التدفق عند ماسورة الصرف يمكن إهمالة.

ولكن هذه الأفتراضات قد لاتكون عملية دائما. فإذا لم يصل المصرف الى حد الطبقة الصماء، وكان عمقها كبيراً فإنه يتعذر إهمال نتائج تقارب خطوط التدفق.

وإفترض هوخ أوت أن حركة التدفق فى إتجاهها نحو المصرف تتعرض لحركتين أساسيتين: أفقية على بعد معين من المصرف، ونصف قطرية Radial قرب المصرف (شكل٤). ووجد أنه إذا كان عمق الطبقة الصماء كبيرا فإنه يمكن الأكتفاء بالتدفق نصف القطرى. أما إذا كان عمق الطبقه الصماء متوسطا فأن التدفق الأفقى ونصف القطرى يندمجان معا، كما أفترض أيضاً أن هناك تشابه بين ماسورة الصرف الأفقية وماسورة البئر الرأسية من حيث أنه فى التربه المتجانسة تأخذ خطوط تساوى الضغط Equipotential شكل دوائر متحدة المركز.



كروكي يبين استنباط معادلة هوخ أوت
q
سطح الأرض
D
H_o
K_1
d_e
d
K_2
L
طبقة صماء
معادلة هوخ أوت
$$L^2 = \frac{8 K_2 d_e H_o}{q} + \frac{4 K_1 H_o^2}{q}$$
حيث q = كمية المياه المطلوب صرفها م٣ / يوم
d_e = العمق المكافئ ويحدد من جداول خاصة

فإذا فرض ϕ هى الضاغط عند أى نقطة، r نصف قطر الدائرة التى تمر بتلك النقطة فإن الضغط الهيدروليكى عند تلك النقطة هو $d\phi/d_r$ وطبقا لقانون دارسى فإن التدفق "q" لكل وحدة طول من محيط أحدى دوائر تساوى الضغوط لكل وحدة طول من البئر أ و ماسورة الصرف تساوى $q = -Kd\varphi/dr$ ويكون التصرف الكلى لكل وحدة طول من الماسورة:

$$Q = +2\pi Kr\, d\phi/dr \qquad (٥)$$

مع ملاحظة أن الأشارة أخذت موجبة لأن التصرف يتجه نحو البئر.

وبإجراء عملية التكامل تؤول المعادلة الى :

$$\phi = \frac{Q}{2\pi K} \log_e r \qquad (٦)$$

فإذا فرض أن ماسورتين من مواسير الصرف المتوازية وضعتا بحيث كان نصفهما الأعلى فى طبقة صماء، ونصفهما الأسفل فقط فى تربة ذات عمق غير محدود وذات نفاذية ثابته المقدار.

فإن المعادلة بالنسبة لنقطة تبعد r_1 ، r_2 من ماسورتى الصرف تصبح:

$$\phi = \frac{Q}{K} (\log_e r_1 + \log_e r_2) \qquad (٧)$$

ولمجموعة كبيرة من المواسير المتوازية يكون:

$$\phi = \frac{Q}{K} \sum_{n=1}^{\infty} \log_e r_n \qquad (٨)$$

فإذا أستبدلت الطبقة الصماء بأخرى منفذة متجانسة، فإن هوخ أوت يرى أنه اذا لم يكن الضاغط البيزومترى عليها كبير، فإن منحنيات المياه الأرضية لسلسلة من المصارف المتوازية يمكن أن يجمعها مستوى واحد يمر بالمحاور الطولية لمصارف تلك السلسلة، ولذا أخذ هوخ أوت المعادلة (٤) لتمثل توزيع الضغوط.

وعلى هذا الأساس اذا وضعنا نقطة A ملاصقة لمحيط أحدى مواسير تلك السلسلة وأخرى B عند منصف المسافه البينية مع إعتبار المصارف خنادق طولية متوازية بنصف قطر يمكن إهماله بالمقارنه للطول فإن فرق الضاغط $\Delta\phi$ يكون:

$$\Delta\phi = \phi B - \phi A$$

$$= \frac{Q}{\pi K} \left(\sum_n \log_e r_{Bn} - \sum_n \log_e r_{Bn} \right) \qquad (٩)$$

حيث يمثل الصفر المصرف الذى تقع عليه النقطة A

r_{An} = المسافه من مركز المصرف النونى لنقطة A

e_{Bn} = المسافه المماثلة للنقطة B

وبتجميع المعادلة (٩) على أساس " L " هو البعد بين الحقليات، r_o هو نصف قطر الحقلى:

$$\Delta\phi = \frac{Q}{\pi K} \left(\log_e \frac{L}{2\, r_o} - 0.454 \right) \qquad (١٠)$$

ولما كانت $\log_e \frac{\pi}{2}$ فإنه يمكن كتابة المعادلة بصورة أخرى هى:

$$\Delta\phi = \frac{Q}{\pi K} \log_e \left(\frac{L}{2\, r_o} \right), \qquad (١١)$$

وبالرغم من أن هذه المعادلة قد جاءت نتيجة للضغوط البيزومترية التى تتعرض لها الماسورة، إلا أن هوخ أوت أوضح أن هذه المعادلة تنطبق على حالة هطول الأمطار هطولا منتظما أيضا.

ويلاحظ فى هذه المعادلة أن عمق الطبقة المنفذه غير محدود (لانهائى) أما إذا كان محدوداً ومساوياً "d" تحت الماسورة فإن هوخ أوت قام بتعديل المعادلة لتصبح :

$$\Delta\phi = \frac{Q}{\pi K} \left(- 0.454 + \log_e \frac{L}{2 r_o} \right) + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} \log_e \frac{(2n - 1) L^2/4+4d^2}{(n^2 L^2+4d^2) [(n-1)^2 L^2+4d^2]} \qquad (١٢)$$

وقد وجد أن المعادلتين (١٠، ١٢) تحتاجان الى تعديل آخر لأن هوخ أوت إفترض أثناء الحل أن مستوى المياه الأرضية كان أفقيا، فإقترح إضافة الحد $\frac{Q H_o}{K L}$ للطرف الأيمن والذى يمكن إستنتاجة من إفتراض وجود تدفق رأسى صرف عند سمت المصرف فإذا كان أرتفاع المياه الأرضية فى منتصف البينية يساوى H_1 من محور المصرف H_2 عند السمت، فإن التدفق $\frac{Q}{L}$ لكل وحدة مساحة - وهو التدفق الذى يتحرك الى أسفل من مستوى المياه الأرضيـة الى المصـارف - يمكن تمثيله عند نقطة المنتصف بالمعادلة.

$$\frac{Q}{L} = K \Delta\phi_1 / H_1$$

وعند نقطة السمت

$$\frac{Q}{L} = K \Delta\phi_2 / H_2$$

ويكون فرق الضاغط بين النقطتين

$$\Delta\phi_1 \neg \Delta\phi_2 = \frac{QH_o}{KL}$$

ونستنتج مما سبق :

١. أنه كلما إقترب المصرف من مستوى الطبقة الصماء، فإن أفتراض التدفق الأفقى يؤدى الى نتائج طيبه، وفى هذه الحاله تستعمل معادلة القطع الناقص رقم (٣، ٤).
٢. كلما زاد بعد الطبقة الصماء، فإن التدفق نصف القطرى يعطى نتائج طيبة.
٣. فى الطبقات المتوسطة العمق، قام هوخ أوت بدمج الفرضين معاً بأن إفترض أن التدفق فى المنطقة القريبه من المصرف (شكل ٥) هو تدفق نصف قطرى، وفى المنطقة البعيدة منه تدفق أفقى. ويقسم بيهما المستوى الرأسى 1-1 عند X يساوى X_1.

ويكون الفاقد الكلى للضاغط هو مجموع الفواقد فى كل من المنطقتين $X>X_1$ محتسبه وفق فروض التدفق الأفقى، $X>X_1$ محتسبة وفق التدفق نصف القطرى ويتحدد المستوى $X=X_1$ فى الموقع الذى يكون فيه فرق الضاغط بين النقطة "a" والنقطة "b" أقل مايمكن ومن هنا نستطيع اعتباره أحد مستويات تساوى الضغوط وقد وجد هوخ أوت أن المستوى الذى يفى بهذه الشروط هو المستوى

$$X = \frac{1.41}{2} d$$

وعلى ذلك فإن فرق الضاغط $\Delta\phi$ بين النقطتين B,A يمكن الحصول عليه بتطبيق المعادلة (١٢) لما بين b,A لتعيين $\Delta\phi_1$ والمعادلة (٢) لما بين النقطتين B,b لتعيين $\Delta\phi_2$ فتصبح:

$$\Delta\phi = \Delta\phi_1 + \Delta\phi_2 \qquad (١٣)$$

$$\Delta\phi_1 = \frac{Q}{\pi K} \left\{ \log_e \frac{1.41}{2} d/r_o + \sum_{n=1}^{\infty} \log_e \frac{(nL)^2 - d^2/2}{(nL)^2} \right.$$

$$+ 1/2 \sum_{n=0}^{\infty} \log_e \frac{\left(nL + \frac{1.41}{2} d\right)^2 + 4d^2}{(nL)^2 + 4d^2}$$

$$+ 1/2 \sum_{n=1}^{\infty} \log_e \frac{\left(nL - \frac{1.41}{2} d\right)^2 + 4d^2}{(nL)^2 + 4d^2} \qquad (١٤)$$

$$\Delta\phi_2 = \frac{Q}{K} \frac{(L - 1.41\, d)^2}{8dL} \qquad (١٥)$$

وتؤول المعادلة (١٣) الى :

$$\Delta\phi = \frac{Q}{K} (B+C) \qquad (١٦)$$

حيث C&B هما الدالتان $\Delta\phi_1$ ، $\Delta\phi_2$ بدون $\frac{Q}{K}$

$$L^2 = \frac{8\,de\,K\,H_o + 4\,K\,H_o^2}{q} \quad (١٧)$$

وإذا كانت طبقة التربة مكونة من طبقتين معامل النفاذية بهما K_1, K_2 على الترتيب تصبح المعادلة كما يلى:

$$L^2 = \frac{8\,de\,K_2\,H_o + 4\,K_1\,H_o^2}{q} \quad (١٨)$$

حيث :

L	=	المسافه بين خطوط المصارف	متر
K_1	=	معامل النفاذية للطبقة أعلى مواسير الصرف	م/يوم
K_2	=	معامل النفاذية للطبقة أسفل مواسير الصرف	م/يوم
q	=	تصرف المتر المسطح من المسافه المنتفعه بالصرف	م٣/م٢ فى يوم
de	=	العمق المكافئ	متر
d	=	بعد الطبقة الصماء أسفل مواسير الصرف	متر

العمق المكافئ (de):

والعمق المكافئ كما عرفه هوخ أوت بأنه عمق طبقة منفذه تحدها من أسفل طبقة تخيلية صماء، بحيث إذا ماحسب البعد بين الحقليات طبقا لمعادلته الأولى (القطع الناقص) بعد تغيير d بقيمة d_e، وقياس H_o من هذه الطبقة التخيليه، فإن النتيجة تطابق نتائج المعادلات ٤ أو ١٠ أو ١٢ أى أن هذه الطبقة المنفذه يمر فيها نفس التصرف بتدفق أفقى، وتحت نفس الضاغط.

ولإمكان حل المعادلة (١٧، ١٨) وضع " هوخ أوت " جداول للبعد d_e موضحه بالجداول أرقام ١، ٢، ٣، ٤ حيث de داله للمقادير (ro, L, d).

قام مودى Moody ١٩٦٦ بتبسيط حساب العمق المكافئ من المعادلة الآتية:

$$\frac{de}{d} = \left[1 + \frac{d}{L} \left(\frac{8}{\pi} \log_e d/r_0 - 3.4 \right) \right]^{-1}$$

ووجد مودى أن هذه المعادلة صالحة فى الحد $0.3 > \frac{d}{L} > 0$ أما إذا كانت $d/L > 0.3$ فإن مودى يفضل إستعمال معادلة ماسلاند ١٩٥٦ Maasland المقربه الى مايلى:

$$\frac{de}{L} = \left(\frac{8}{\pi} \log_e L/r_0 - 1.15 \right)^{-1}$$

وتعتبر حلول (هوخ أوت) حتى الآن من أحسن الحلول التى اعتمدت رغم إدخال التقريب فى كثير من خطواتها اذ أن الأرصاد الفعلية التى يحصل عليها تطابق النتائج التى تعطيها معادلاته بدرجة عالية.

نوموجرامات أرنست وبومانز:

ذكـر فيسـر (Visser) أن معادلـة هـوخ أوت تربـط بيـن الضـاغط الهيدروليكى H_o والتصرف Q والبعد بين الحقليات L، ومعامل النفاذية K، والعمـق المكافئ de.

ويرى فيسر ١٩٥٤ أنه يمكن التميز بين نهايتين أولاهما عندما تكون الطبقـة الصماء على بعد لانهائى، والثانية عندما تكون على منسوب مواسير الصـرف وكـل شق من شقى معـادلـة هوخ أوت يشكل حـلا بسيطـا وجيدا لكل حـالـة من هاتين الحالتين. فالحالة الأولى يكون حلها من شق المعادلة $L^2 = \frac{8\,K\,d_e\,H_o}{q}$ وبالنسبة للحالة الثانية يكون حلها من الشق الثانى للمعادلة $L^2 = \frac{4\,K\,H_o^2}{q}$.

أما اذا وقعت الطبقة الصماء فيما بين هاتين النهايتين، فإن معادلة هوخ أوت تستعمل بكامل شقيها وتحل بالتجربة.

وقد ذكر فيسرأن أرنسـت وبومـانز (Ernst & Boumans) قامـا بدراسـة حالات فعلية عديدة لمستويات مختلفـة من المياه الأرضيـة، وبعدهـا عن الحقليـات لمعدل ثابت لهطول الأمطار وعند أعماق متباينه للطبقة الصماء وخرجا منهـا بعمـل النوموجرامين شكلى (٦،٥) واللذين يتميزان بسهولتهما وبالوصول الى الحل المباشر مع الأستغناء نهائيا عن جداول العمق المكافئ لهوخ أوت.

ثالثا :معادلة أرنست :

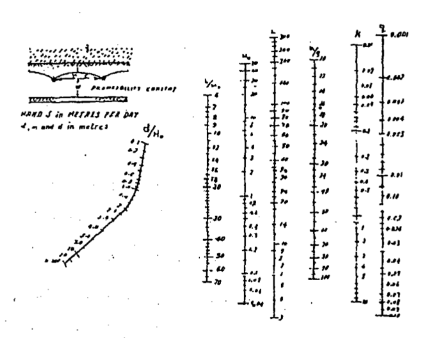
أستنبط أرنست معادلته مـن مقارنـة دارسـى بقـانون أوم، وقسم التدفق الـى ثلاث مركبات رأسية وأفقية ونصف قطرية كما قسم الضاغط الهيدروليكى الى ثلاثة مركبات مقابله هى h_v, h_h, h_r .

أى

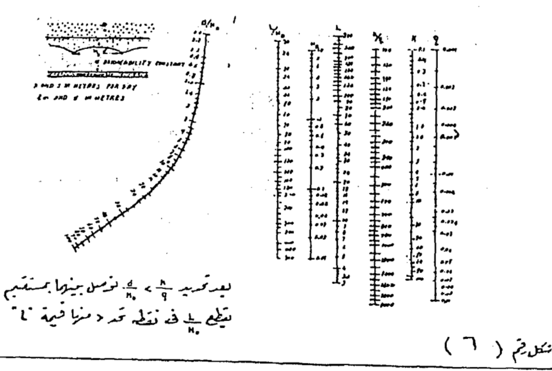
$$H_o = h_v + h_h + h_r$$

شكل رقم (٥)   نوموجرامات ارنست ديومان

NOMOGRAM FOR CALCULATING DISTANCES BETWEEN TILE DRAINS WHEN $K/q \leq 100$



NOMOGRAM FOR CALCULATING DISTANCES BETWEEN TILE DRAINS WHEN $K/q \geq 100$



بعد تحديد $\frac{h}{q}$ ، $\frac{d}{H_0}$ نوصل بينهما بمستقيم يقطع $\frac{L}{H_0}$ في نقطة تحدد منها قيمة "L"

شكل رقم (٦)

وبالنظر فى شكل (٧) نجد أن المعادلة العامه لأرنست تأخذ الطبيعة الرياضية الآتية:

$$Ho = \frac{Q S_1}{K_1} + \frac{QL^2}{8(K_1 S_1 + K_2 S_2)} + QL W_r \qquad (١٩)$$

حيث

S_1 = متوسط سمك الطبقة العليا المختزنه للمياه بالمتر.

S_2 = متوسط سمك الطبقة السفلى بالمتر.

Q = التصرف المطلوب التخلص منه م/ يوم.

W_r = المقاومات نصف القطرية وهى دالة لقطر الماسورة وموقع المصرف بالنسبة لقطاع التربه.

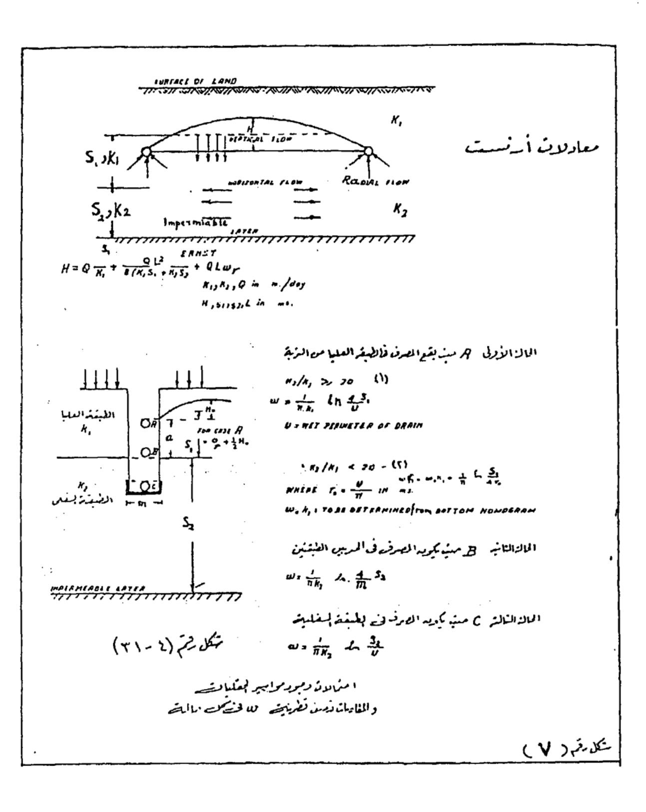
فإذا كانت التربه مكونه من طبقة واحدة متجانسة وذات نفاذية واحدة، أمكن إهمال الحد الأول أى إهمال h_r من الطرف الأيمن للمعادلة مع إعتبار S_1 تساوى صفر فتصبح كما يلى:

$$H = \frac{Q L^2}{8 K d} + Q L W_r \qquad (٢٠)$$

ويلاحظ أن الحد الأول من هذه المعادلة يمكن الحصول عليه مباشرة من تكامل المعادلة العامة للتدفق.

$$\frac{\delta^2 \phi}{\delta X^2} = - \frac{Q}{K_x H}$$

فضلا عن ان هذا الحد هو جزء من معادلة "هوخ أوت" إلا أن الأخير قد أستبدل "S" بالعمق المكافئ ليعطى المقاومات نصف القطرية بينما خصص له " أرنست" حدا بذاته هو الحد الثانى.


SURFACE OF LAND
معادلات أرنست
VERTICAL FLOW
HORIZONTAL FLOW
RADIAL FLOW
Impermiable LAYER
ERNST
K1, K2, Q in m./day
H, S1, S2, L in ms.
الحالة الأولى A حيث يقع المصرف فى الطبقة العليا من التربة
U = WET PERIMETER OF DRAIN
الحالة الثانية B حيث يكون المصرف فى الحد بين الطبقتين
الحالة الثالثة C حيث يكون المصرف فى الطبقة السفلية
الطبقة العليا
الطبقة السفلى
IMPERMEABLE LAYER
شكل رقم (٤ - ٣١)
معادلات وجود مواسير للعمليات
والمقاومات لحساب قطرية w فى كل حالة
شكل رقم (٧)

ولحساب (W_r) إعتبر أرنست الحالات الآتيه: شكل (٧)

الحالة الأولى : المصرف يقع فى الطبقة العليا:

(أ) إذا كانت النسبة $\frac{K_2}{K_1} \geq 20$ فإن

$$Wr = \frac{1}{K_1 \pi} \log_e \frac{4 S_1}{U} \qquad (٢١)$$

(ب) اذا كانت النسبة $\frac{K_2}{K_1} < 20$ فأن

$$W_r = W_o K_1 + \frac{1}{\pi} \log e \frac{S_1}{4 r_o} \qquad (٢٢)$$

حيث يحسب الحد الأول $W_o K_1$ من منحنى يحكم العلاقة بين:

$\frac{S_2}{S_1}$, $\frac{K_2}{K_1}$ كما هو موضح فى (شكل ٧).

الحالة الثانية : المصرف يقع على الحد الفاصل بين الطبقتين:

$$\therefore Wr = \frac{1}{\pi K_2} \log_e \frac{4 S_2}{\pi m} \qquad (٢٣)$$

الحالة الثالثة : المصرف يقع فى الطبقة السفلى:

$$Wr = \frac{1}{\pi K_2} \log_e \frac{S_2}{U} \qquad (٢٤)$$

حيث

U = المحيط المغمور للمصرف سواء كان مكشوفا أو مغطى ويساوى عادة مساويا π ro فى حالة المواسير.

m = عرض قاع الخندق.

r_o = نصف قطر الماسورة الخارجى.

ولما كانت S_1 هى متوسط سمك الطبقة العليا المختزنه للمياه، فإنها تحسب كما يلى:

<u>فى الحالة الأولى فإن S_1 تساوى :</u>

يعد سطح الماسورة عن الحد الفاصل بين الطبقتين أو بعد سطح المياه بالمصرف اذا كان مكشوفا + ½ بعد مستوى المياه الأرضية عند منتصف المسافه البينية من سطح الماسورة أو من سطح المياه بالمصرف اذا كان مكشوفا.

<u>فى الحالة الثانية والثالثة فإن S_1 تساوى :</u>

½ البعد بين مستوى المياه الأرضية عند منتصف المسافه بين الحقليات والحد الفاصل.

أما إذا كانت التربه متجانسة فتؤخذ S_1 مساوية لنصف البعد بين مستوى المياه الأرضية عند منتصف البعد البينى ومحور الحقليات.

<u>رابعا: معادلة كيركهام:</u>

إفترض كيركهام أن التربة التى تعلو الحقليات هى وسط يحتوى على زلط كما إفترض وجود غشاء رقيق أملس غير منفذ على طول خطوط التدفق. وتحتوى طبقة الزلط على شرائح رأسية تقابل الأغشية. هذه الأفتراضات تؤدى الى أن الأرتشاحات الراسية تسير حتى الحقليات بلا فواقد تذكر بسبب الأحتكاك، كما إفترض أن هناك تدفق منتظم من مياه الأمطار أو الرى، يقابله تدفق آخر مماثل يخرج من مواسير الصرف مما يجعل مستوى المياه الأرضيية متزنا نتيجه لمثل هذا التدفق. ومن هذه الأفتراضات أمكنه استنباط الدالة الآتية:

$$F(x) = \frac{1}{\pi} \log_e \frac{\sin \frac{\pi X}{L}}{\frac{\pi r}{L}} + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} \left(\cos \frac{2 m \pi r}{L} - \cos \frac{2m \pi X}{L} \right) \left(\coth \frac{2 \pi m d}{L} - 1 \right) \qquad (٢٥)$$

ومنها أستنتج كيركهام معادلته حينما تكون : $X = \frac{L}{2}$

$$H_o = \frac{QL}{K} \cdot \frac{1}{1 - Q/K} \qquad (٢٦)$$

حيث

$$F(x) = F\left(\frac{d}{2r}, \frac{L}{d}\right)$$

فإذا كانت التربه ذات طبقتين معامل نفاذيتهما K_1 , K_2 على التوالى ووضعت المواسير فى الحد الفاصل بينهما، فإنه يمكن كتابة المعادلة فى الصورة الآتية:

$$Ho = \frac{QL}{K_2} \cdot \frac{1}{1 - Q/K_1} \cdot F(x) \qquad (٢٧)$$

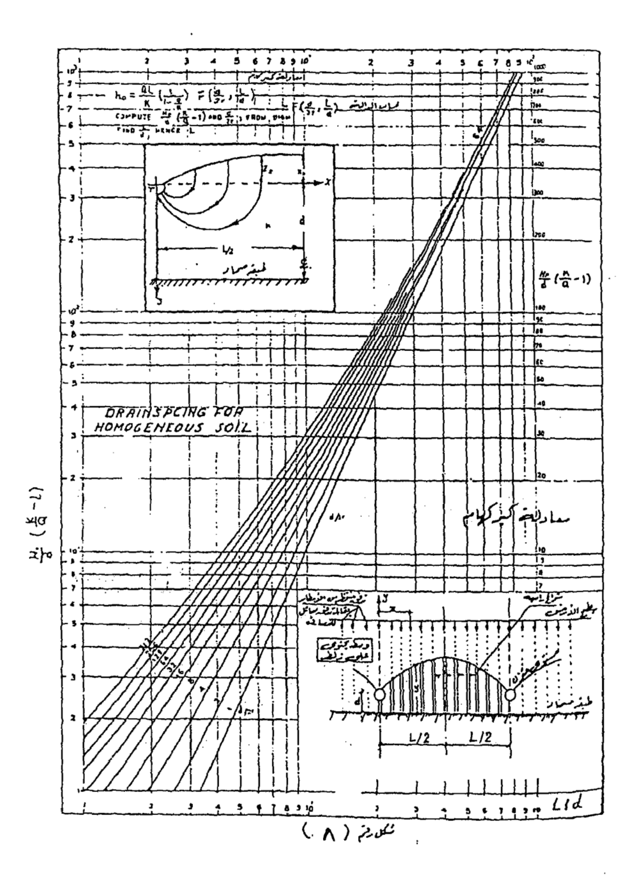
ويضرب كلا من طرفى المعادلة (٢٥) فى $(1 - \frac{K}{Q}) \frac{1}{d}$ تؤول المعادلة الى:

$$\frac{H_o}{d} \cdot \left(\frac{K}{Q} - 1\right) = \frac{L}{d} \cdot F(x) \qquad (٢٨)$$

وبذا تصبح جميع حدود المعادلة مجردة Dimensionless وتسهيلا لحلها قام بعمل نوموجرام يجمع حدودها الثلاثة $(1 - \frac{K}{Q})\frac{Ho}{d}$, $\frac{d}{2r}$, $\frac{L}{d}$

فبحساب الحدين الأولين، يعين من النوموجرام الحد الثالث $\frac{L}{d}$ ومنه تحسب المسافه (L).

والشكل رقم (٨) يوضح إستنباط معادلة كيركهام.



شكل رقم (٨)

خامسا: معادلة حماد للتسرب داخل التربه من النهر الى المصارف القاطعه:

أعتبر حماد أن الطبقة العليا شبه منفذه تعلو طبقة عالية النفاذية يخترقها النهر. وأفترض للسهولة أن الخط الذى يقسم بين الطبقتين هو خط أفقى.

وتمر المياه التى ترشح من النهر فى خطوط أقل المقاومة Least Resistance بسيرها فى الطبقات الرمل ثم ترتفع فى الطبقات العليا. ولايفقد الضاغط المائى كثيراً خلال مسيرة المياه داخل طبقة الرمل.

أما فى الطبقات العليا فأن المياه تأخذ فى الأرتفاع التدريجى مع إرتفاع مناسيب النهر بزمن تلكؤ معين.

ووظيفة شبكة الصرف المغطى هنا قطع الطريق على المياه من الأرتفاع الى المناسيب الحاليه. وفى هذه الحالة تأخذ خطوط التدفق وضعا رأسيا وعند ماتقترب من المصارف تنحنى اليها لتدخلها دخولا نصف قطرى شكل (٩) وتوصل الى المعادلة:

$$Q = \frac{2\pi h K}{\log_e 1/2 \left[1 + \cosh \frac{2\pi (D+d)}{L} \right]} \qquad (٢٩)$$

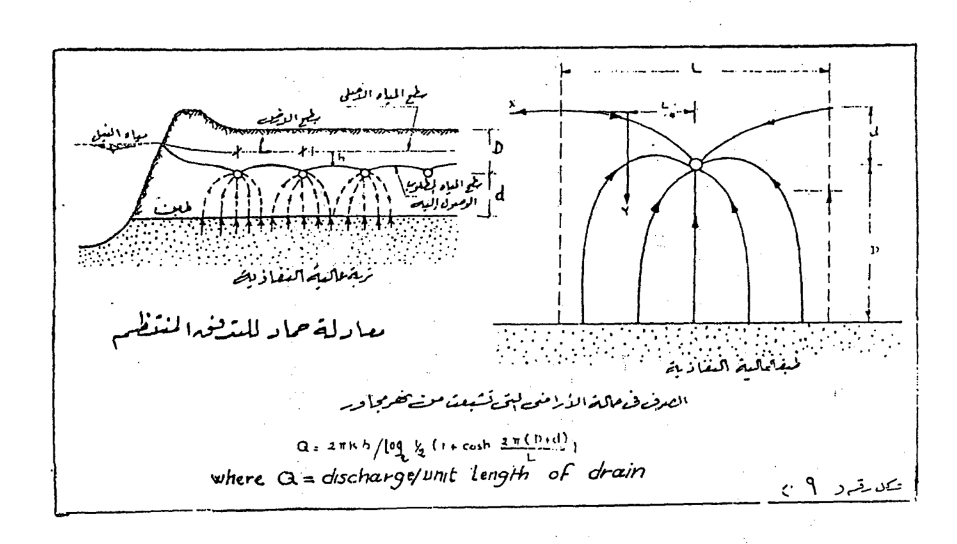
سادسا: معادلة شاهين:

وضع شاهين الأفتراضات الاتية:

١. قبيل الرى، تكون المناسيب البيزومترية فى كل من الطبقتين واحدة، الأمر الذى يشير الى عدم وجود حركة لصعود او هبوط مستوى المياه الأرضية.

٢. ويكون المصدر الوحيد الذى يسبب التدفق بالمصارف هو مياه الرى أو المطر التى تجعل مستوى المياه الأرضية يرتفع حتى سطح الأرض، وبمعنى آخر يصبح قطاع التربه كلها مشبعا بالمياه.

٣. يكون معدل التدفق الى المصارف منتظماً.



سطح المياه الأصلي
سطح الأرض
مياه النيل
طين
سطح المياه المطلوب الوصول اليه
تربة عالية النفاذية
معادلة حماد للتدفق المنتظم
طبقة عالية النفاذية
الصرف في حالة الأراضي التي تتشبع من نهر مجاور
Q = 2πKh / log_e ½ (1 + cosh 2π(D+d)/L)
where Q = discharge/unit length of drain

شكل رقم (٩)

٤. أن المصارف متوازية وعميقة وتقع جميعها فى طبقة الطين.

٥. ولما كانت تربة دلتا النيل مكونـه من الطين والطمى وفى غالب الحالات يقل معامل النفاذية كلما زاد عمق التربه فإنه يمكن اعتبار خطوط التدفق منتهيـة عند وصولها لمسافة صغيرة "d" تحت المصرف، فقد أعتبر شاهين بدء الطبقة الصماء على بعد لايزيد عن متر واحد تحت المصارف.

وبذلك تمكن من إستنباط المعادلة التالية: شكل رقم (١٠).

$$\frac{2\pi K H_o}{qL} = \log_e \left[\frac{\cosh \frac{2\pi}{L} (d + r + H_o) + 1}{\cosh \frac{2\pi}{L} (d + r) - 1} \right] \qquad (٣٠)$$

حيث

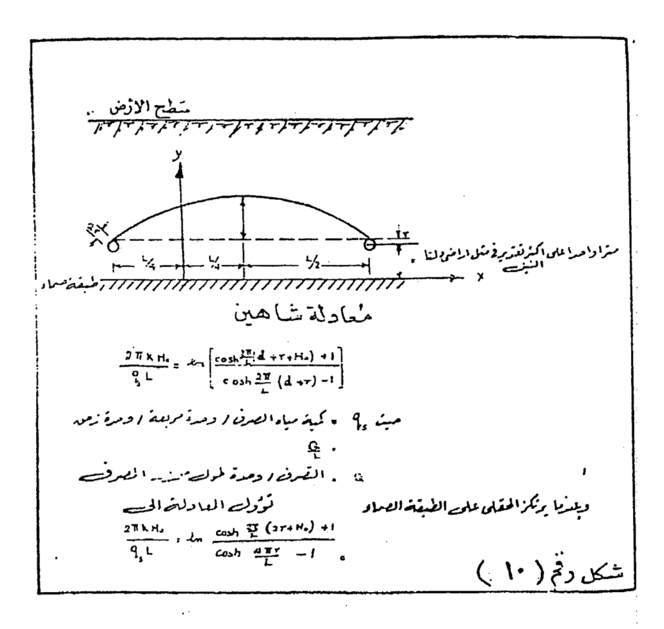
q = كمية مياه الصرف/ وحدة مربعة/ وحدة زمن.

r = نصف قطر مواسير الحقليات.

d = بعد الطبقة الصماء عن محور الحقليات.

L = المسافه بين الحقليات.

H_o الضاغط الهيروليكى عند منتصف البعد بين الحقليات



سطح الأرض
y
L/4
L/4
L/2
x
طبقة صماء
معادلة شاهين
$$\frac{2\pi K H_o}{q_s L} = \ln\left[\frac{\cosh\frac{2\pi}{L}(d+r+H_o)+1}{\cosh\frac{2\pi}{L}(d+r)-1}\right]$$
حيث q_s = كمية مياه الصرف / وحدة مربعة / وحدة زمن
$$\frac{2\pi K H_o}{q_s L} = \ln\frac{\cosh\frac{2\pi}{L}(2r+H_o)+1}{\cosh\frac{4\pi r}{L}-1}$$

شكل رقم (١٠)

(د) أمثلة تطبيقية على معادلات التدفق المنتظم:

إذا كان عمق الحقليات عن سطح الأرض	D	=	١,٨ متر
بعد الطبقة الصماء عن سطح الأرض	$D+d$	=	٦,٨ متر
قطر مواسير الصرف	2_r	=	٠,٢٠ متر
التصرف المطلوب صرفه	q	=	١,٠٠ مم/ يوم
أقصى ضاغط على المواسير	H_o	=	٠,٣٠ مترا تحت سطح الأرض
معامل النفاذية K_1	K_2	=	٠,٨ م/ يوم

والمطلوب تحديد المسافه بين الحقليات L.

١- بتطبيق معادلة هو أوت الثانية :

$$L^2 = \frac{8d_e KH + 4 K H^2}{q}$$

$$L^2 = \frac{8 \times .8 \times de \times 0.30}{0.001} + \frac{4 \times 0.8 \times (0.3)^2}{0.100}$$

$$= 1920d_e + 288$$

ومن جداول الأعماق المكافئة لهوخ أوت وعلى أساس:

$H_o = 5 \ \& \ L = 80ms$

من جداول هوخ أوت $de = 3.55$, وتصبح المعادلة

6400 لاتساوى 6816 + 288

أى ان 7104 لاتساوى 6400

ولذلك نحاول محاولة أخرى

بأخذ $L = 85$ ms

ومن جداول هوخ أوت $\therefore \ de = 3.61$

$7225 = 6931 + 1396 = 7219$

∴ المسافه بين الحقليات = ٨٥ متراً

ملاحظة: يمكن حساب العمق المكافئ d_e من معادلة مودى:

$$\frac{d}{L} = \frac{5}{80} = .0625 < 0.3$$

$$\frac{d_e}{d} = [1 + \frac{d}{L} (\frac{8}{\pi} \log_e \frac{d}{ro} - 3.4)^{-1}$$

$$= [1+ 0.0625 (8 / \pi \, leg_e \, 5/0.10 - 3.4]^{-1} = (1.4)^{-1}$$

$$\therefore de = \frac{5}{1.4} = 3.55$$

٢- بتطبيق معادلة كيركهام :

$$\frac{H_o}{d} (\frac{K_1}{Q} - 1) = \frac{L}{d} . F (x)_2$$

الطرف الأيسر للمعادلة

$$\frac{0.3}{5} [\frac{0.8}{0.001} - 1] = 47.9 \ \& \ \frac{d}{2r} = \frac{5}{0.2} = 25$$

ومن المنحنى (رقم ١١)

$$\frac{L}{d} = 16$$

$$L = 80 \text{ m} .$$

٢- بتطبيق معادلة أرنست :

$$H = \frac{QS_1}{K_1} + \frac{QL^2}{8 (K_1 S_1 + K_2 S_2)} + QLWr$$

$$S_1 = 1/2 \ (0.3 - 1/2 \text{ diam. of drain}) = 0.1$$

$$\frac{S1}{K1} = \frac{0.1}{0.8} = 0.125$$

$$\therefore \frac{QS1}{K1} = 0.000125$$

∴ يهمل هذا الحد لصغر قيمته

إذا كان عرض الخندق (b) = 0.3 فإن:

$$U = 0.3 + 2 \times 0.2 = 0.7$$

$$\therefore W = \frac{1}{\pi \times 0.8} \times \log_e \frac{5}{0.7} = 0.78$$

وحيث أن التربة متجانسة :

$$\therefore\ H = \frac{Q L^2}{8 Kd} + Q LW$$

$$0.3 = \frac{0.001\ L^2}{8 \times 0.8 \times 5} + 0.001\ X\ 0.78\ X\ L$$

$$L = 86.5\ m$$

٤- بتطبيق منحنيات أرنست ويومان:

$$\frac{K}{q} = \frac{0.8}{1 \times 10^{-3}} = 800 > 100$$

∴ المنحنى الخاص بهذه الحاله هو (رقم ٦)

$$\frac{d}{H} = \frac{5}{0.3} = 16.7$$

$$L = 75\ m\ .$$

٥- بتطبيق معادلة شاهين :

$$\frac{2\pi K H_o}{qL} = \log_e \left(\frac{\cosh \frac{2\pi}{L} (D + r + Ho) + 1}{\cosh \frac{2\pi}{L} (D + r) - 1} \right)$$

$$\frac{2x3.14x.8x.3}{0.001 \times L} = \log_e \left(\frac{\cosh \frac{2x3.14}{L} (1.0+.10+.3) + 1}{\cosh \frac{2x3.14}{L} (1.0+.10) - 1} \right)$$

$$\frac{1510}{L} = 2.3 \log_e \left(\frac{\cosh 8.45/L+1}{\cosh 6.6/L-1} \right)$$

$$0.875 = 0.935$$

$$\therefore\ L = 75m$$

حاول بتطبيق $L = 70\ m$

جدول (١)   قيم العمق المكافئ de لهوخ أوت $ro = 0.05\ m$

H \ L (بالمتر)	٥	٧,٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	ملاحظات
٠,٥	٠,٤٠	٠,٤٣	٠,٤٥	٠,٧٦	٠,٤٧	٠,٤٧	٠,٤٨	٠,٤٨	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,٤٩	
٠,٧٥	٠,٤٩	٠,٥٦	٠,٦١	٠,٦٥	٠,٦٩	٠,٧١	٠,٧٢	٠,٧٣	٠,٧٤	٠,٧٤	٠,٧٥	لقيم H=١,٨٧٥م =٠,٧٦
١,٠٠	٠,٥٤	٠,٦٤	٠,٧١	٠,٧٨	٠,٨٣	٠,٨٦	٠,٨٨	٠,٨٩	٠,٩١	٠,٩٢	٠,٩٢	
١,٢٥	٠,٥٦	٠,٦٩	٠,٧٨	٠,٨٩	١,٩٦	١,٠١	١,٠٦	١,٠٧	١,٠٨	١,٠٩	١,١٠	=٦,٢٥ " =١,٩٣
١,٥٠		٠,٧٤	٠,٨٣	٠,٩٨	١,٠٨	١,١٥	١,٢٠	١,٢٤	١,٢٦	١,٢٨	١,٣٠	
١,٧٥		٠,٧٥	٠,٨٨	١,٠٥	١,١٨	١,٢٦	١,٣٢	١,٣٧	١,٤٢	١,٤٥	١,٤٧	=٧,٥٠ " =٢,٢٣
		(١)										
٢,٠٠				١,١١	١,٢٥	١,٣٥	١,٤٣	١,٥٠	١,٥٥	١,٥٩	١,٦٢	=٥,٢٥ " =٢,٣١
٢,٢٥				١,١٦	١,٣٢	١,٤٤	١,٥٤	١,٦١	١,٦٨	١,٧٢	١,٧٧	
٢,٥٠				١,١٩	١,٣٨	١,٥٢	١,٦٣	١,٧٢	١,٨٠	١,٨٥	١,٨٩	=٨,٧٥ " =٢,٥٣
٢,٧٥				١,٢٢	١,٤٢	١,٥٨	١,٧٠	١,٨١	١,٩٠	١,٩٦	٢,٠٢	
٣,٠٠				١,٢٤	١,٤٦	١,٦٣	١,٧٦	١,٨٨	١,٩٧	٢,٠٥	٢,١٢	=٦,٧٥ " =٢,٧٨
٣,٢٥				١,٢٦	١,٤٩	١,٦٨	١,٨٣	١,٩٦	٢,٠٦	٢,١٥	٢,٢٣	

تابع جدول (١) قيم العمق المكافئ de لهوخ أوت ro = 0.05 m

L / H	٥	٧,٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	ملاحظات
٣,٥٠				١,٢٨	١,٥٢	١,٧٢	١,٨٨	٢,٠١	٢,١٣	٢,٢٢	٢,٣٢	لقيم H = ٧,٥١ " =٢,٩٢
٣,٧٥				١,٢٩	١,٥٤	١,٧٥	١,٩٢	٢,٠٧	٢,٢٠	٢,٣٠	٢,٤١	
٤,٠٠					١,٥٦	١,٧٩	١,٩٦	٢,١٣	٢,٢٦	٢,٣٧	٢٤٨	=٢١,٢٥ " =٣,١١
٤,٥٠					١,٥٩	١,٨٤	٢,٠٣	٢,٢٢	٢,٣٧	٢,٥٠	٢,٦٢	
٥,٠٠					١,٦١	١,٨٧	٢,٠٩	٢,٢٨	٢,٤٥	٢,٦٠	٢,٧٣	=١٢,٥٠ " =٣,٣٩
٥,٥٠						١,٩٠	٢,١٣	٢,٣٤	٢,٥٢	٢,٦٩	٢,٨٤	
٦,٠٠						(٢)	٢,١٧	٢,٣٩	٢,٥٨	٢,٧٦	٢,٩٢	
										(٦)		
٧,٠٠							٢,٢١	٢,٢٦	٢,٢٨	٢,٩٦	٣,٠٦	
٨,٠٠							(٣)	٢,٥٣	٢,٧٥	٣,٠٢	٣٠١٧	
٩,٠٠								(٥)	٢,٧٩	٣,٠٩	٣,٢٤	
١٠,٠٠									٢,٨٢	(٨)	٣,٣١	
										٣,١٢	(٩)	
	٠,٥٧	٠,٧٦	٠,٩٥	١,٢٩	١,٦٢	١,٩٤	٢,٢٤	٢,٢٤	٢,٨٤	٣,١٢	٣,٤١	

جدول (٢) قيم العمق المكافئ (de) لهوخ أوت ro = 0.05 m

L / H بالمتر	٥٠	٧٠	١٠٠	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠	٣٠٠
٠,٥	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,٥٠	٠,٥٠	٠,٥	
١	٠,٩٢	٠,٩٥	٠,٩٦	٠,٩٧	٠,٩٨	٠,٩٨	٠,٩٩
٢	١,٦٢	١,٧٣	١,٧٩	١,٨٦	١,٨٩	١,٩١	١,٩٣
٣	٢,١٢	٢,٣٥	٢,٤٩	٢,٦٤	٢,٧٢	٢,٧٧	٢,٨١
٤	٢,٤٨	٢,٨٤	٣,٠٦	٣,٣٢	٣,٤٧	٣,٥٧	٢,٦٣
٥	٢,٧٣	٣,٢٣	٣,٥٤	٣,٩٢	٤,١٥	٤,٣٠	٤,٤٠
٦	٢,٩٢	٣,٥٣	٣,٩٤	٤,٤٥	٤,٧٦	٤,٩٧	٥,٠٠
٧	٣,٠٦	٣,٧٨	٤,٢٧	٤,٩١	٥,٣١	٥,٦٠	٥,٧٨
٨	٣,١٧	٣,٩٧	٤,٥٥	٥,٣٢	٥,٨١	٦,١٥	٦,٤٠
٩	٣,٤٤	٤,١٣	٤,٧٩	٥,٦٨	٦,٢٦	٦,٦٧	٦,٩٧
١٠	٣,٣١	٤,٢٦	٤,٩٨	٦,٠٠	٦,٦٧	٧,١٥	٧,٥١
١٢,٥		٤,٤٩	٥,٣٥	٦,٦٣	٧,٥٢	٨,١٨	٨,٦٨
١٥		٤,٤٦	٥,٦٣	٧,١١	٧,٢٠	٩,٠٢	٩,٦٧
١٧,٥		٤,٧٢	٥,٧٩	٧,٤٨	٨,٧٤	٩,٧٢	١٠,٥
٢٠			٥,١٩	٧,٧٦	٩,١٦	١٠,٣	١١,٣
٢٥			٦,٠٦	٨,١٢	٩,٧٩	١١,٢	١٢,٣
٣٠				٨,٣٦	١٠,٢	١١,٨	١٣,١
٣٥				٨,٤٨	١٠,٥	١٢,٢	١٣,٧
٤٠					١٠,٧	١٢,٥	١٤,٢
٤٥					١٠,٩	١٢,٨	١٤,٦
٥٠					١١,٠٠	١٣,١	١٤,٨
٦٠						١٣,٢	١٥,٢
∞	٣,٤١	٤,٧٨	٦,٠٨	٨,٥٩	١١,٠٠	١٣,٣	١٥,٦

حيث D = عمق محور مواسير الصرف عن سطح الأرض بالقدم

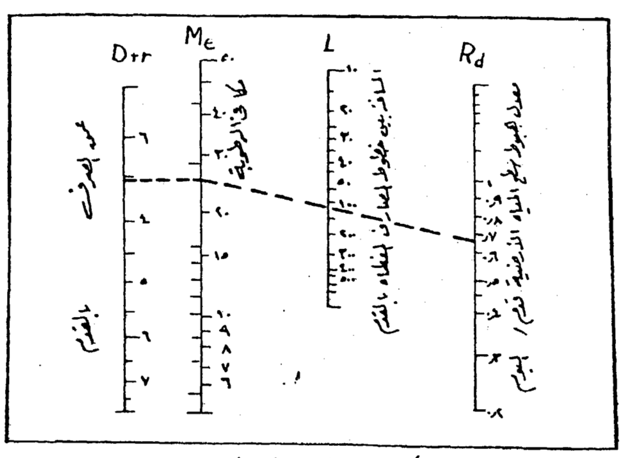
M_o = متوسط المكافئ الرطوبي في المائة

L = المسافه بين الحقليات قدم

R_d = المعدل اليومي لهبوط منحنى المياه الأرضية عند منتصف المسافه بين خطوط الحقليات قدم/يوم.

r_o = نصف قطر الحقليات بالقدم.

وقام نيل بتحويل هذه العلاقات الى نوموجرام كما موضح في شكل (٢) يستعان به إيجاد المسافه بين الحقليات بمعرفة عمق الصرف وخواص التربه.



شكل رقم (٢) نوموجرام نيل

وبتقدم الأبحاث أدخلت عوامل أخرى فى معادلات حساب المسافه بين الحقليات أهمها معامل التوصيل الهيدروليكى وتذبذب مستوى المياه الأرضية، ونوع المحصول، وعمق الطبقة الصماء، وعمق المصبات وحدود الخنادق التى ترص فيها الحقليات. ولكن مازال هناك اعتماد كبير على الخبرة العملية، والتفهم لحقيقة ومدى احتياج مختلف المناطق للصرف المغطى.

وقد قسمت معادلات حساب المسافه بين المصارف الى قسمين رئيسيين طبقاً لنوع التدفق الى:

أولا : معادلات التدفق المنتظم Steady flow equations

ثانيا : معادلات التدفق غير المنتظم non Steady flow equations

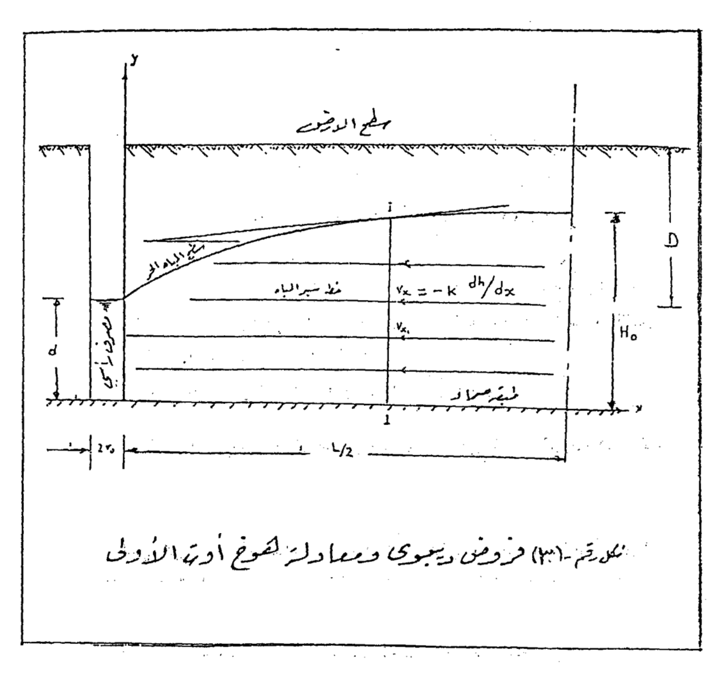
معادلات التدفق المنتظم Steady flow equation

مقدمة :

عندما يكون مقدار التدفق ثابتا مع الزمن وخطوط سريانه والضغوط المؤثره عليه لايعتريها تغير بمضى الزمن يسمى تدفقاً منتظماً وهناك إفتراضان للتدفق المنتظم للمياه نحو المصارف كما يلى :

أ . حركة المياه نحو المصارف أفقية **Horizontal flow**

بنى هذا النوع من التدفق على فروض ديبوى والتى تنص على انه فى حالة سير المياه تحت تأثير الجاذبية الأرضية نحو مصرف رأسى غير عميق فإن جميع خطوط سريان المياه نحو المصرف تكون أفقية. وأن سرعة المياه فى أى قطاع رأسى تكون متساوية، وتتناسب مع الميل الهيدروليكى Hydraulic gradiant أى ان حركة المياه نحو المصارف أفقية ويمكن استخدام هذا الفرض اذا كانت الطبقة الصماء قريبه من سطح الأرض، وقد أمكن استنباط معادلات لشكل منحنى الماء الأرضى بين المصارف على أساس هذا الفرض فكان على هيئة قطع ناقص كما فى (شكل٣).



شكل رقم -(١٠٣) فروض ديبوى ومعادلته لصرف أوته الأولى

ب - حركة المياه نحو المصارف نصف قطرية Radial flow

يعتمد هذا الغرض على التشابه بين حركة المياه نحو الآبار الرأسية وبين مواسير الحقليات الأفقية اذ من الممكن تصور خطوط الحقليات كآبار أفقية، تدخل المياه اليها من كل جانب فى اتجاهات اشعاعية نحو المركز. حيث ان خطوط تساوى الضغوط تكون على هيئة دوائر متحدة المركز هو مركز البئر. وبالتالى فإن الميل الهيدروليكى عند أى نقطة تقع على بعد (r) من مركز البئر تساوى $d\phi/d_r$ فى إتجاه البئر. ويمكن استخدام هذا الفرض فقط اذا كانت الطبقه الصماء على أعماق كبيرة جدا من سطح الأرض فتنحرف خطوط التدفق الأفقية عندما تقترب من المصارف.

معادلات التدفق المنتظم

أولا : معادلة هوخ وات الأولى :

يمثل الشكل (٤) قطاع فى تربة متجانسة تعلو طبقة صماء. وتصرف فى مصارف مكشوفة متوازية جوانبها رأسية وقاعها يرتكز على الطبقة الصماء فبفرض أن مياه الأمطار منتظمة الهطول، فأن التخلص منها يكون عن طريق المصارف يكون بصورة منتظمة أيضا، ويكون q_x، هو معدل التصرف الذى يمر عبر أى مستوى رأسى 1-1 يبعد X عن المصرف.

اذا فرض أن Q = التصرف الكلى للمصرف لكل وحدة طوول

L = البعد بين المصارف

فأن (١)

$$q_x = \frac{L/2 - X}{L/2} \cdot \frac{Q}{2}$$

وطبقا لفروض ديبوى.

فإن

$$V_x = -K\, dy/dx$$

$$\text{i. e. } q_x = -y V_x$$

$$= y K d_y / d_x$$

التدفـق الغـير منتظـم

Nonsteady State flow

مقـــدمــة :

نظراً لأن سطح المياه الحر ينخفض تدريجيا مع الوقت نتيجة حركة المياه نحو المصارف، ثم يرتفع بعد ذلك نتيجة للرى أو سقوط الأمطار فإن التدفق الغير منتظم هو الأكثر أحتمالا فى الطبيعة.

أى أنه على أساس العلاقة بين الزمن وهبوط مستوى المياه الأرضيه وكمية المياه المراد تصريفها فى الحقليات يمكن حساب المسافه بين الحقليات "L" مع أفتراض شكل أساسى لمستوى المياه الأرضية يبدأ منه الحل ليصل بنا الى الشكل النهائى لذلك المستوى من أجل ذلك أجريت بحوث معملية وحقلية والغرض منها تحقيق نتائج الحلول النظرية ودراسة الشكل الأساسى أو المبدئى والشكل النهائى لمستوى المياه الأرضية. كما أجريت بحوث رياضية اعتمدت على تطبيق نظرية ديبوى - فورشيهمر Depuit-Forchheimer وقانون دارسى. كما أعتمدت حلول رياضية أخرى على تطبيق نظريات التدفق نصف القطرى غير المنتظم وكذلك على نظريات وفروض فيزيائية جديدة وعلى نظرية الجهد Potential theory أو على نظريات التدفق المنتظم

معادلات التدفق الغير منتظم :

١- جلوفر: Glover's equation

أعتمد جلوفر فى أستنباط معادلته على نظرية التدفق الأفقى لديبوى، وكذا معادلات سريان الحراره، ووضع جلوفر سبعة فروض لحل معادلته وهى كالآتى:

١. أن قطاع التربة متجانس، ينتهى بطبقة صماء أو بطيئة النفاذية.

٢. أعتبر أن معامل النفاذية هو معامل النفاذية المتوسطة لطبقات قطاع التربة فوق الطبقة الصماء.

٣.أن حركة المياه فى قطاع التربة تتناسب مع التدرج الهيدروليكى وسمك الطبقه المشبعه (أى بين سطح المياه الأرضية والطبقه الصماء).

٤.أن يتم الرى على فترات منتظمة.

٥.أعتبر أن كمية المياه الزائدة المطلوب التخلص منها هى ألفرق بين مياه الرى وكمية الرطوبة المفروض الأحتفاظ بها.

٦.التخلص من المياه الزائدة يكون فى فترة بين الريات حتى يمكن ضمان بقاء سطح المياه الأرضية تحت منطقة جذور النبات ولامكان اعداد فراغات بالتربه كافية لأستقبال المياه أثناء الريه التاليه لتملأ هذه الفراغات.

٧.أفترض أن مستوى المياه الأرضية الأساسى أفقى يهبط فجأة رأسيا الى الحلقات وقد استنتج جلوفر معادلته من معادلة سريان الحراره.

$$\frac{dy}{d\chi} = \frac{KD}{f} \frac{\delta^2 y}{\delta \chi^2}$$

وقد قام جلوفر بحل المعادلة بوضعها فى صورة مسلسلة جيبيه Sine Series على الصورة الآتية :

$$Y = (4 H_o/\pi) \sum_{h=1}^{\infty} e^{(KD n^2 \pi^2 t / FL^2)} \sin \pi \frac{\chi}{L} \qquad (١)$$

حيث (n) أعداد فردية.

وبالأكتفاء بالحد الأول لأن الخطأ الكلى لن يتعدى ٤٪، ووضع

$$Y = H_t = \frac{L}{2}$$

$$\therefore Ht = (4 H_o / \pi) e^{-(KD \pi^2 t / FL2)} \qquad (٢)$$

$$\therefore L = \pi \frac{KD}{f \log_e \frac{4 H_o}{\pi H_t}} \qquad (٣)$$

أما اذا أرتكزت المصارف على الطبقة الصماء مباشرة فتؤول المعادلة الى:

$$L = qK\ Ho\ t/2\ f\ \left(\frac{H_o}{H_t} - 1 \right) \qquad (٤)$$

حيث H_o, H_t = بعد مستوى المياه الأرضية عن خط المواسير مقاسه فى منتصف البعد بين الخطوط عند زمن قدرة صفر، t على التوالى

F = المسامية الفعلية

D = السمك المتوسط للطبقة المختزنه للمياه $d + \frac{H_o}{2}$

d = بعد الطبقة الصماء أسفل محور خط المواسير

وقد لاحظ ضم Dumm أن هناك انحرافا فى المعادلة (٢)عندما"t"= صفر حيث أن تساوى صفر. حيث أن $1.27\ H_o$ لاتساوى $\frac{4Ho}{\pi}$ لاتساوى H_t

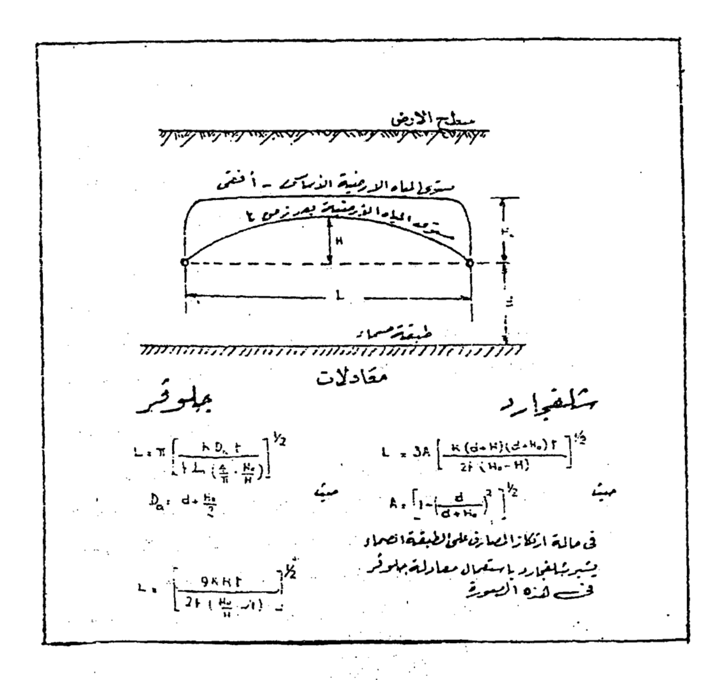
كما ذكر تاب ومودى Tapp & Moody وكذا شيلفجارد ١٩٦٥ أن معادلة (٣) يمكن أن تعطى نتائج مرضية اذا ما أستبدل الرقم (٤) الوارد فى مقام الطرف الأيمن للمعادلة بالرقم (٣,٧).

كما أقترح كمبر Kemper ضرورة إضافة حد جديد للمعادلة حتى تقترب النتائج من مثيلاتها المعملية فأصبحت معادلة جلوفر كما يلى :

$$K_t/f = (1.3\ e^{2.3\ d/L})\ (L^2/\pi^2 D)\ \log_e (4\ H_o/\pi\ H_t) \qquad (٥)$$

ومعنى هذا أن المقدار K_t/f قد زاد مما يعنى أن "t" قد زادت أيضا أى أن معدل التصرف أصبح أكثر بطئاً. الأمر الذى يعطى مسافه بينية، أقل مما تعطى معادلة جلوفر الأصلية.

وأفتراض جلوفر لسطح المياه الأساسى خطا مستقيماً إفتراض غير منطقى لأنه يحدث فقط عندما تكون مواسير الصرف مقفلة.



سطح الأرض
مستوى المياه الأرضية الأساسي - أفقي
مستوى المياه الأرضية بعد زمن t
H
H_o
L
d
طبقة صماء
معادلات
جلوفر
شلفجارد
$L = \pi \left[\frac{K D_a t}{f \ln\left(\frac{4}{\pi} \cdot \frac{H_o}{H} \right)} \right]^{1/2}$
حيث
$D_a = d + \frac{H_o}{2}$
$L = 3A \left[\frac{K (d+H)(d+H_o) t}{2f (H_o - H)} \right]^{1/2}$
حيث
$A = \left[1 - \left(\frac{d}{d+H_o} \right)^2 \right]^{1/2}$
في حالة ارتكاز المصارف على الطبقة الصماء
يشير شلفجارد باستعمال معادلة جلوفر
في هذه الصورة
$L = \left[\frac{9 K H t}{2f \left(\frac{H_o}{H} - 1 \right)} \right]^{1/2}$

ومن ذلك أوجد شلفجارد معادلته الآتية :

$$L = 3A \left(\frac{K\,(d+H_t)\,(d+Ho)\,t}{2\,f\,(H_o - H_t)} \right)^{1/2} \qquad (٦)$$

حيث

$$A = \left[1 - \left(\frac{d}{d + H_o} \right)^2 \right]^{1/2}$$

K = معامل النفاذية.

d = بعد الطبقة الصماء أسفل محور الحقليات.

H_o = الضاغط عند منصف البعد بين الحقليات فى البدء

H_t = الضاغط بعد زمن قدرة t

f = المسامية الفعلية.

وتسهيلاً لحساب المعامل A ، أعد شلفجارد منحنى خاص "غير انه لكى تشمل معادلته رقم (٦) أثر اقتراب خطوط التدفق نحو المصارف. فقد رأى ان يستبدل العمق d بالعمق المكافئ d_e "لهوخ أوت" . ولذا جهز منحنى خاص للمواسير قطر ٥ بوصة لمسافات مختلفة بين الحقليات لتعيين العمق المكافئ d_e.

معادلة لوثن Luthin

على أساس دراسات التدفق المنتظم، توصل لوثن الى معادلة لحساب المسافه بين الحلقات فى حالة التدفق الغير منتظم فأفترض أن معدل التدفق فى المصرف يتناسب خطياً مع بعد مستوى المياه الأرضية عن خط المواسير المقاسه فى منتصف المسافه بين الحقليات. أما مستوى المياه الأرضيه بين الحقليات فقد اعتبره لوثن على هيئة قطع ناقص. وقد أدت هذه الفروض الى معادلته الآتية:

$$L = \frac{4\,C\,K\,t}{f\,\log_e (Ho/Ht)} \qquad (٧)$$

حيث t = الزمن الذى استغرقته حركة مستوى المياه الأرضيه من H_o لى H_t

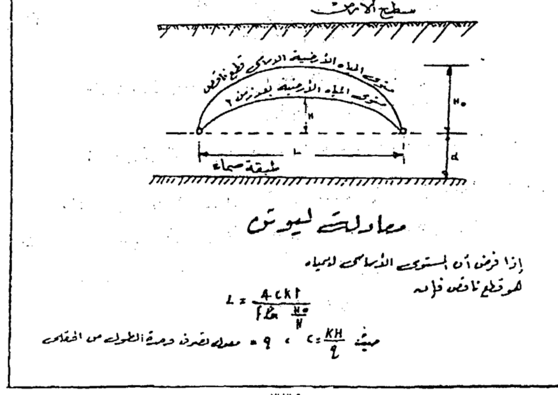
EQUIVALENT DEPTH d_e in FEET

L in feet: 200, 180, 160, 140, 120, 100, 80, 60, 50

DEPTH d in FEET

استنتاج العمق المكافئ

(انظر معادلة هوجارد)



معادلة ليوثن

إذا فرض أن المستوى الأساسي للمياه هو قطع ناقص فإنه

$$L = \frac{4ckt}{f \ln \frac{H_o}{H}}$$

حيث $c = \frac{KH}{q}$ ، q = معدل الصرف وحدة الطول من المقاطع

معـادلـة ضـم Dumm's equation

أعتمد ضم فى حله على فروض ديبوى ومعادلة سريان الحراره.

كما أفترض أن شكل المستوى المبدئى للمياه الأرضية هو قطـع مكـافئ مـن الدرجة الرابعه معادلته هى:

$$Y = 8\,H_o \left(\frac{L}{x} - \frac{L_2}{3x^2} + \frac{L_3}{4x^3} - \frac{L_4}{2x^4} \right) \qquad (٨)$$

ومن هذه الفروض أخذت معادلة Dumm الصيغه الرياضية الآتية:

$$\frac{H_t}{H_o} = \frac{192}{\pi^3} \sum_{n=1.3.5}^{\infty} (-1)^{\frac{n-1}{2}}\, 2 \left(\frac{n^2 - (8/\pi^2)}{n^5} \right) e^{-\frac{\pi^2 n^2 K d_a t}{f L^2}} \qquad (٩)$$

حيث n = أرقام فردية (٥،٣،١)

حيث Da = متوسط عمق الطبقة المشبعة.

وإذا أخذت n تساوى ١ فأن المعادلة (٩) تؤول الى :

$$\frac{H_t}{H_o} = 1.16\, e^{-\pi^2 K D_a t / f L^2} \qquad (٩)$$

والتى يمكن أن تأخذ الصوره

$$L = \left[\frac{10\, K\, D_a t}{f \log_e \left(\frac{1.16\, H_o}{H_t} \right)} \right]^{1/2} \qquad (١٠)$$

وقد قام Dumm بعمل المنحنى (شكل ١) عن العلاقة بين

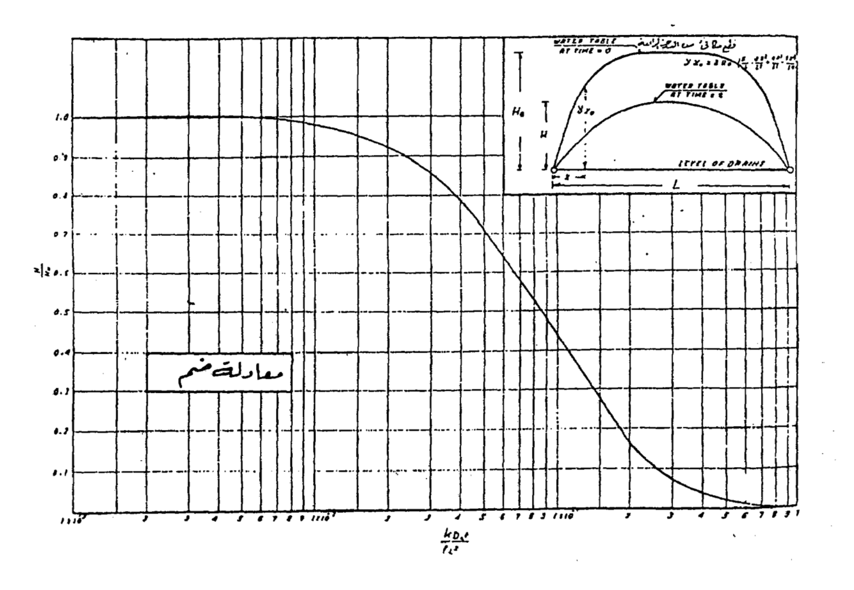
$(K\, D_a t / f\, L^2)$, H_t/H_o

بالتعويض فى الحد $\frac{H_t}{H_o}$ يمكن تعيين البعد بين الحقليات من هذا المنحنى.

ولكن بقى تحديد D_a فهو فى الأصـل يسـاوى $(d+H_o/2)$ ومعادلـة Dumm تحتـاج الى تصحيح يغطى أثر تقارب خطوط الحركة نحو الحقلى. وقد ذكر بيرز Beers ١٩٦٥ انه من الأفضل عند $Da < \frac{1}{4} L$ أن تؤخذ.

$$D_a = d + (H_o + H_t)/4$$

ولكن غالبا ماتؤخذ D_a مساوية للعمق المكافئ لهوخ أوت (d_e) هذا ويلاحظ انه بالمعادلة (٩) انحراف آخر عند $t = 0$ لأن H_t لاتساوى H_o ولكن الخطأ هنا أقل نسبياً من خطأ المعادلة (٢) لأن $1.27 > 1.16$ وتعطي معادلة ضم نتائج مرضية طالما كانت $H_t / H_o < 0.8$


WATER TABLE AT TIME = 0
WATER TABLE AT TIME = t
LEVEL OF DRAINS
H_0
H
L
x
معادلة ضم
1.0
0.9
0.8
0.7
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
$\frac{kD_e t}{f L^2}$

معادلــة حمــاد:

قدم حماد (١٩٦٢) معادلته لتعيينن q_t , H_t , L تحت ظروف التدفق الغير منتظم. فأفترض أن مستوى المياه الأرضية المبدئـى هو أسـاس أفقى، ولكنه يميل نحو الأنخفاض حول سمت الحقليات كالمبين (بالشكل ٢).

وبفرض أن هذا المستوى يأخذ فى الهبوط التدريجى طبقاً للعلاقة

$$q = -f\, dh/dt$$

حتى يصل الـى حالـة الأتـزان قبيل الريـه التاليـه. وقد أمكـن حمـاد أن يربـط بيـن الضاغط H_t عند زمن معين t ، ومستوى المياه الأساسـى (H_o) . وفـرق فـى ذلـك بين حالتين :

الأولى : إذا كانت النسبة d/L صغيره أى اقل من $\frac{١}{٤}$ Ho فأن :

$$Ht = H_o\, e^{-\alpha t} \qquad (١١)$$

$$qt = \alpha\ f\ Ho\ e^{-\alpha t}$$

$$Bt = qo\, e^{-\alpha t} \qquad (١٢)$$

الثانية: اذا كانت النسبه d/L كبيرة أى اكبر من $\frac{١}{٤}$ H_o فان :

$$H_t = Ho\ e^{-\beta t} \qquad (١٣)$$

$$q_t = \beta t\ Ho\ e^{-\beta t}$$

$$q_t = qo\ e^{-\beta t} \qquad (١٤)$$

حيث :

$$\alpha = \frac{2\pi K}{f\ L\ \log_e\left(\frac{L2}{\pi^2 d.2 r_o}\right)}$$

$$\beta = \frac{2 \pi K}{f\ L\ \log_e \left(\frac{L}{\pi\ r_o}\right)}$$

وعلية يمكن أن تؤخذ معادلتاه الصورتين الآتيتين:

الحالة الأولى :

$$L = \frac{2 \pi K t}{f\ \log_e (H_o/H_t) \log_e L^2/ \pi^2\ d.2\ r_o} \qquad (١٥)$$

والحالة الثانية:

$$L = \frac{2 \pi K t}{f\ \log_e (H_o/H_t) \log_e L^2/ \pi\ r_o} \qquad (١٦)$$

حيث t = الزمن بين ريتين متتاليتين

d = عمق الطبقة الصماء تحت خط المصارف

r_o = نصف قطر مواسير الصرف

H_o = البعد بين المصارف وقمة المستوى المبدأى للمياه الأرضيـة في منتصف المسافه بين الحقليات.

H_t = البعد بين المصارف وقمة مستوى المياه الأرضية فى منتصف المسافه بين خطوط المواسير عند زمن قدره " t "

f = المسامية الفعلية

q_o , q_t = تصرفات وحدة المساحة فى البدء وعند زمن " t " على التوالى

هذا ويمكن تقدير تصرف المتر الطولى مـن الحقليـات مـن المعـادلتين (١٢،١٤) فبالنسبه للحالة الأولى أى عندما تكون الطبقة السطحية من التربه غير سميكة ، $\frac{d}{L}$ أقل من ١/٤ ، فانه يؤخذ من المعادلة (١٢) أن:

$$q_o = \propto f\ H_o$$

وعلى ذلك يكون أقصى تصرف لكل متر طولى من الحقليات هو:

$$Q = \frac{2 \pi K H_o}{\log_e \left(\frac{L^2}{\pi^2\ d.2\ r_o}\right)}$$

وبالنسبه للحالة الثانية أى عندما تكون الطبقة السطحية من التربه سميكه، $\frac{d}{L}$ أكبر من ١/٤ فانه يؤخذ من المعادلة (١٤) ان

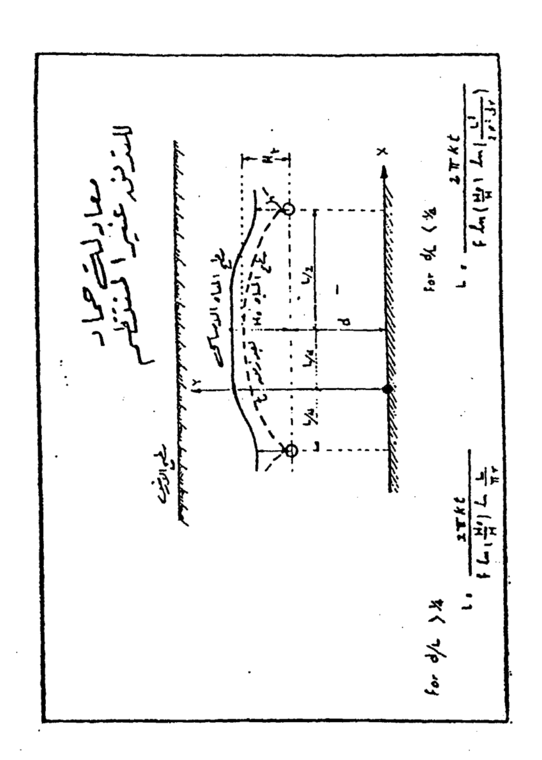
$$q_o = \beta \; f H_o$$

وعلى ذلك يكون أقصى تصرف لكل متر طولى من الحقليات هو :

$$Q = \frac{2 \pi K H_o}{\log_e \left(\frac{L}{\pi r_o} \right)} \qquad (١٨)$$

ويمكن بعد ذلك حساب قدرة المواسير لاستيعاب هذا التصرف المتوقع من المعادلات المعروفه لماننج Manning أو فيسر Visser

فإذا قدر نصف قطر الماسورة (r_o) فانه يمكن حساب البعد (L) من المعادلتين (١٥أو١٦) حسب مايقتضيه الحال.



معادلة حماد
للتدفق غير المنتظم
سطح الأرض
Y
X
H_o
H_t
L/4
L/4
L/2
d

معادلة عامر :

أستنبط عامر معادلته على أساس من دراسات التدفق المنتظم فى الأرض المتجانسه وأستعان بمعادلة كيركهام ليحدد منحنى مستوى المياه الأرضية عند هطول الأمطار أو الرى.

$$H_o = \frac{QL}{K(1 - Q/K)} F(\chi)$$

أى

$$Q = \frac{H_o K}{L F(x) + H_o} \qquad (١٩)$$

ثم أعتبر حالة وقوف المطر أو مياه الرى فجأة، فافترض أن هبوط المياه بين المصرفينن سيكون بالمعدل الآتى:

$$\frac{dh}{dt} = - \frac{q}{f}$$

وهو نفس مافترضه شيلفجارد وحماد.

وبالتعويض فى المعادلة السابقه بما يساويه Q

$$\frac{dh}{dt} = - \frac{K}{f} \cdot \frac{H_o}{L F(\chi) + H_o} \qquad (٢٠)$$

أى:

$$\left[\frac{L F(\chi)}{h} + 1 \right] dh = - \frac{K}{f} dt$$

وبتكامل المعادلة السابقه ينتج:

$$\therefore L F(\chi) \log_e h + h = - K t/f + C \qquad (٢١)$$

ويمكن تحديد ثابت التكامل (C) بانه عند $\chi = L/2$, $t = o$ فان $h = H_o$

$$C = Ho + LF(L/2) \log e Ho$$

∴ وبالرجوع لدالة كيركهام نجد أن :

$$F(\chi) - \frac{1}{\pi} \{ \log_e \frac{8\ln(\pi x/L)}{(\pi r/L)} + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} [\cos(2m\pi r/L)$$

$$- \cos(2m\pi \chi L)] [\coth \frac{2m\pi d}{L} - 1] \}$$

$$\therefore F(L/2) = \frac{1}{\pi} \{ [\log e \frac{L}{\pi r} + \frac{1}{m} \Sigma [\cos(2m\pi r/L) - \cos(m\pi)] [\coth(2m\pi d/L) - 1] \}$$

وبالتعويض في المعادلة (٢١) بما تساوية C , $F(L/2)$ تؤول المعادلة الى مايلى:

اذا كانت النسبة $\frac{d}{L}$ صغيره أى تقترب من الصفر فإن :

$$L = \frac{(Kt/f) - (H_o - H_t)}{F(L/2)\log_e(H_o/H_t)} \qquad (٢٢)$$

ومن الممكن اهمال المقدار $(H_o - H_t)$ لصغره فتأخذ المعادلة الصورة التالية:

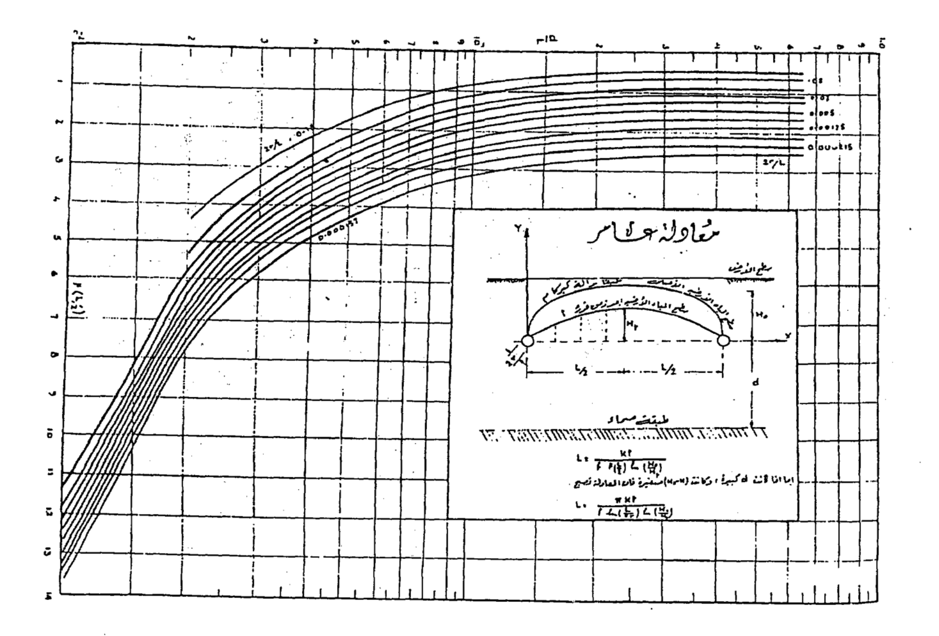
$$L = \frac{Kt/f}{F(L/2)\log_e(H_o/H_t)} \qquad (٢٣)$$

أما اذا كانت النسبه d/L كبيرة أى تقترب من ∞ فإن :

$$L = \frac{Kt/f}{1/\pi [\log_e(L/\pi r_o)] \log_e(H_o/H_t)} \qquad (٢٤)$$

ولحساب الدالة $f(\frac{L}{2})$ ، أخذ عامر /عن كيركهام وتوكسوز (١٩٦١) Tokaoz & Kirkham.

جداول دالتهما $F(\frac{2r}{L}, \frac{d}{L})$ لقيم متباينه للمقدار $\frac{d}{L}$ تتراوح بين صفر ∞ وقيم أخرى للمقدار $\frac{2r}{L}$ تتراوح من ٠,٠٠٠١٥٧ الى ٠,١٦٠ أى من $\frac{١}{٦٤٠٠}$ الى $\frac{١}{٦٠٢٥}$ على اعتبار أن $\frac{L}{2}$ فى المعادلات (٢٤،٢٣،٢٢) هى نفسها الدالـه $F(\frac{2r}{L}, \frac{d}{L})$ فى دراسات كيركهام وتوكسوز. وقد مثلت هذه الدالات على منحنى شكل (٣) لإمكان الحصول على نقط بينية.


معادلة عامر
سطح الأرض
طبقة صماء
H₀
Hₚ
L/2
L/2
d
X
Y

الباب الخامس

الصرف الرأسي بإستخدام الآبار

مقدمه

يستخدم الصرف الرأسي تحت ظروف هيدروجيولوجية معينة حيث يجب أن تكون طبقات الأرض السفلية ذات نفاذية عالية حتى يمكن استخدام الصرف الرأسي بكفاءة عالية كما يجب توافر مصدر رخيص للطاقة لتشغيل الطلمبات ويمكن اعادة استخدام المياه التحت سطحية إذا كانت جيدة للرى مره اخرى حيث تعتبر كميات المياه المرفوعه بالطلمبات إذا كان استخدامها مره أخرى في الرى وفترة ادارة هذه الطلمبات من اهم العوامل التى تؤثر على أقتصاديات أستعمال الصرف الرأسى بالآبار. وتتميز طرق الصرف الرأسى عن الصرف الأفقى بقلة تكاليف الأنشاء وقلة تكاليف الصيانة وكذلك قدرته على خفض مستوى الماء الأرضى الى أعماق أكبر كما أن الصرف الرأسي يقلل من الضغط الأرتيزى فى هذه الطبقات. وقد ينقل الماء الخارج من الآبار فى أنابيب مما يوفر تكاليف حفر مصارف رئيسية عميقة أما عيوب الصرف الرأسي فتنحصر فى علو تكلفة الأدارة لأستخدام الطاقة فى رفع المياه ويحتاج تطبيقها الى مساحات كبيره جداً ولاتستخدم لصرف مساحات صغيرة.

والآبار الأكثر شيوعاً هى عباره عن مواسير حديدية ذات ثقوب على جزء من طولها تدق فى الأرض وتغلف من الخارج بفلتر من الزلط أو الرمل ويجب الا تحفر الآبار بجوار قنوات الرى حتى لايزداد مقدار الرشح من القنوات وقد يلزم إنشاء مجموعة من الآبار موزعة توزيعاً دقيقاً فى حالة استخدام هذه الطريقة لصرف مساحات كبيرة. وتتوقف قدرة البئر على الأحتفاظ بعمق مناسب لمنسوب المياه الأرضية على تصميم البئر من حيث العمق والقطر وطول المساقى وتصميم ووضع الفلتر الزلطى حول البئر.

ويعتبر أستخدام الآبار الجوفية من الطرق الفعالة للصرف الرأسى وقد تكون فى بعض الحالات الوسيلة الوحيده خاصة فى حالة وجود طبقات صماء قريبة من السطح تمنع الصرف السطحى وتحت السطحى أو الحالة التى تزيد فيها ملوحة التربه.

الأعتبارات الخاصه بتصميم آبار الصرف:

من أهم هذه الأعتبارات: (١) ضرورة إجراء دراسات أولية لتقدير عمق الطبقات الحامله للمياه وخواصها، حيث هذه الدراسات هى أسس اختيار أبعاد الآبار وعددها وتقدير كمية المياه التى يمكن الحصول عليها بإستخدام الآبار. (٢) اجراء بعض التجارب على آبار تجريبية داخل منطقة الدراسة بهدف تقدير درجة تأثير بئر واحد - بعيداً عن تأثير الآبار المجاورة - على مناسيب المياه الجوفيه والسطحية. (٣) رصد التغيرات الموسمية فى منسوب المياه السطحية والتأثير المحلى لكل رية عليها. (٤) تقدير الفترات التى يلزم فيها إستخدام الطلمبات.

وهناك بعض الأفتراضات عند تصميم مجموعات آبار الصرف منها أن يكون عمق المياه داخل جميع الآبار واحداً. وتوحيد أقطار هذه الآبار واعماقها حتى يعزى التغير فى إنتاج الآبار كلية الى عددها وأبعادها فقط. كما يفترض أيضا أن تكون الآبار ذات أقطار صغيرة وموزعة على مساحة صغيرة بالنسبة للمساحه الكلية للخزان الجوفى الذى يغذى منطقة الآبار كوسيلة لتحقيق افتراض وجود خزان جوفى يمتد الى مالانهاية. ومن أهم المعايير التى يجب أن تؤخذ فى الأعتبار عند تصميم مجموعات الآبار هى:

١- أقل عمق لمنسوب المياه الجوفية ينبغى الأحتفاظ به خلال موسم نمو النبات.
٢- المدة اللازمة لهبوط منسوب المياه الجوفية الى العمق المطلوب.
٣- المدة التى يظل خلالها منسوب المياه الجوفية أعلا من الحد الأدنى للعمق المحدد للصرف.

جدول (١) قيمة الدالة $F\left(\frac{L}{2}\right)$ لقيم مختلفة من النسب $\frac{d}{L}$, $\frac{2r}{L}$ فى معادلة عامر

(عن كيركهام وتوكسوز)

2 ro / L						$\frac{d}{L}$
٤٠٠/١	٨٠٠/١	١٦٠٠/١	٣٢٠٠/١	٦٤٠٠/١		
٠,٠٠٢٥	٠,٠٠٠١٢٥	٠,٠٠٠٦٢٥	٠,٠٠٠٣١٢	٠,٠٠٠١٥٧	صفر	
١٢,٧٩	١٣,٠٢	١٣,٢٧	١٣,٤٧	١٣,٦٧		٠,٠١
٦,٧٦١	٦,٨٨٦	٧,٢,٩	٧,٤٢٨	٧,٦٣٧		٠,٠٢
٣,٨٦٤	٤,٠٨٦	٤,٣٠٨	٤,٥٣٤	٤,٧٦٢		٠,٠٤
٢,٥٢٢	٢,٧٤٤	٢,٩٦٤	٣,١٨٦	٣,٤٠٢		٠,٠٨
١,٩٦١	٢,١٨٥	٢,٤٠٤	٢,٦٢٨	٢,٨٣٩		٠,١٦
١,٧٨٦	٢,٠٠٧	٢,٢٢٦	٢,٤٥٣	٢,٦٦٢		٠,٣٢
١,٧٦٣	١,٩٨٦	٢,٢٠٧	٢,٤٣٢	٢,٦٥٤		٠,٦٤
١,٧٦٣	١,٩٨٦	٢,٢٠٧	٢,٤٣٢	٢,٦٥٤		١,٢٨
١,٧٦٣	١,٩٧٦	٢,٢٠٧	٢,٤٣٢	٢,٦٥٤		∞
٦,٢٥/١	١٢,٥/١	٢٥/١	٥٠/١	١٠٠/١	٢٠٠/١	$\frac{d}{L}$
٠,١٦	٠,٠٨	٠,٠٤	٠,٠٢	٠,٠١	٠,٠٠٥	صفر
		١١,٥٢	١٢,٠٣	١٢,٣٣	١٢,٥٧	٠,٠١
٤,٤٠٥٢	٥,٢٨٨	٥,٧٧١	٦,٠٧٧	٦,٣١٨	٦,٥٤٢	٠,٠٢
٢,٢٠٢٥	٢,٦٥٨	٢,٩٥٤	٣,١٩٥	٣,٤٢١	٣,٦٤٣	٠,٠٤
١,١١٣١	١,٣٩٥٨	١,٦٣٣	١,٨٥٨	٢,٠٨٠	٢,٣٠١	٠,٠٨
٠,٦٢٢١	٠,٨٥٤٢	١,٠٧٧	١,٢٢٩	١,٥٢٠	١,٧٤١	٠,١٦
٠,٤٦١٤	٠,٦٨٣١	٠,٩٠٤	١,١٢٠	١,٣٤٥	١,٥٦٦	٠,٣٢
٠,٤٤٠٠	٠,٦٦٠٢	٥,٨٨١١	١,١٠٢	١,٣٢٣	١,٥٤٣	٠,٦٤
٠,٤٣٩٦	٠,٦٦٠٢	٠,٨٨٠٨	١,١٠١	١,٣٢٦	١,٥٤٣	١,٢٨
٠,٤٣٩٦	٠,٦٦٠٢	٠,٨٨٠٨	١,١٠١	١,٣٢٢	١,٥٤٣	∞

٤. عدد وأبعاد وترتيب مجموعات الآبار.

٥. عمق البئر وقطره.

٦. خواص الطبقة الحاملة للمياه الجوفية وأبعادها.

وتنقسم نظريات آبار الصرف الى قسمين أحدهما للتدفق المنتظم والثانى الغير منتظم Steady and Nonsteady state Conditions.

حالات التدفق المنتظم Steady State Conditions

أن جميع الحلول النظرية لمجموعات الآبار لحالات التدفق المنتظم مبنية على أن الضغوط موزعة توزيعا لوغاريتميا حول البئر أى يتبع المقدار الاتى:

$$\frac{Q}{2 \pi K} \log_e r \qquad (١)$$

وبإضافة عدد من هذه المقادير مساويا لعدد الآبار (n) فيمكن إستنتاج معادلة تمثل توزيع الضغوط حول هذا العدد.

وقد أستنتج موسكات Muskat المعادلات الآتية بفرض أن:

١. عمق الماء داخل البئر h_j

٢. نصف قطر البئر r_j

٣. سمك الطبقات المشبعة من الخزان الجوفى على محيط دائرة تأثير مجموعة من الآبار نصف قطرها R هو h_e

$$h_j = C + \frac{Q_j}{2 \pi Km} \log_e r_j + \frac{1}{2 \pi Km} \Sigma Q_j \log_e L_{ij} \qquad (٢)$$

$$h_e = C + \frac{1}{2 \pi Km} \Sigma Q_j \log_e R \qquad (٣)$$

حيث

C = ثابت يمكن إختياره بحيث تأخذ الضغوط حول دائرة تأثير مجموعة الآبار قيمة معينة.

K = معامل نفاذية الطبقات الحاملة للمياه الجوفية

m = سمك الخزان الجوفى

Q_i = تصرف كل بئر

L_{ij} = المسافه عن كل بئر

والمعادلتان ٣،٢ هى معادلات رئيسية يمكن عن طريقها حساب تصرف البئر اذا كانت h_j , h_e معلومة. وقد أستنتج موسكات Muskat من هذه المعادلات الرئيسية معادلات اخرى لحساب مقدار الهبوط الناشئ من إدارة مجموعات من الآبار فى تشكيلات عدة منها بئران وثلاثة وأربعة آبار على أركان مربع وآبار على خط مستقيم وخطان وعدة تشكيلات أخرى. ويمكن الوصول الى هذه الحلول بطريقة أسرع وذلك بإستخدام الحلول البيانية السابق ذكرها. ويعتمد على هذه الحلول فى الدراسات المبدئية التى تستخدم نتائجها فى المعادلات المبنية على حالات التدفق الغير منتظم والتى تؤخذ فيها الآبار جميعها كوحدة واحدة.

حالات التدفق الغير منتظم Nonsteady State Conditions

إذا ماأستخدمت هذه الحلول فأنه من الضرورى أن يحدد أقل عمق يجب أن تصل اليه المياه الأرضية أثناء عملية الصرف ومدة ادارة الطلمبات حتى تصل الى ذلك العمق. وهذا يتوقف على العوامل الآتية:

١.نوع الزراعات وطبيعة تكوينها الجذرى.

٢.نوع طبقة التربه السطحية وعلاقة المياه السطحية بالمياه الجوفية العميقة.

٣.درجة ملوحة التربه ومدى حاجتها الى عمليات الغسيل.

٤.نوع مناوبات الرى.

هذا وقد أستخدم أبو زيد نظريات سريان المياه الجوفية فى حالات التدفق غير المنتظم فى إستنباط عدة معادلات لمجموعات آبار الصرف فى تشكيلات مختلفة. ويمكن بواسطة هذه المعادلات حساب عدد الآبار اللازمه وأبعادها للوصول الى عمق صرف مُعين.

وتتلخص خطوات تصميم مجموعات آبار الصرف الرأسى فيما يأتى:

١. تصميم الابار المفردة (حساب القطر والعمق وطول المساقى وتكوين الغلاف الزلطى).

٢. تصميم مجموعات الآبار ويمكن أن يبدأ هذا التصميم بمجموعات قليلة فى أشكال هندسية بسيطة كالمثلثات او المربعات مع ملاحظة أن يسمح بمقدار معين من التداخل بين دوائر تأثير الآبار فى كل مجموعة تتناسب مع مقدار التخفيض المطلوب فى مستوى المياه الأرضية فى المواقع المراد صرفه.

٣. تؤخذ المجموعة كلها كوحدة واحدة ويعاد تصميمها فتحصل على العدد النهائى للآبار وأبعادها وطريقة توزيعها.

وجدير بالذكر أن الأساس فى حساب معادلات الآبار فى حالات التدفق الغير منتظم هى معادلة Theis للبئر الواحد وهى فى حالتها العامة كالآتى:

$$h = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \qquad (٤)$$

حيث h = مقدار الأنخفاض فى مستوى الماء الأرضى.

T = معامل التوصيل لكامل عمق الطبقات الحاملة.

Transmisibility Coefficient

$$W(u) = \int_{r^2 s/4T_t}^{\infty} \frac{e^{-u}}{u}\, du \qquad (٥)$$

$$u = \frac{r^2 s}{4T_t} \qquad (٦)$$

حيث

S = معامل التخزين Storage Coefficient

t = الوقت من بدء التشغيل

r = المسافه من البئر

ويمكن كتابة المعادلة رقم (٤) فى صورة تقريبية مختصرة كالآتى:

$$h = \frac{Q}{4 \pi T} [- 0.57 - \log_e u] \quad (٧)$$

ومن العوامل التى تؤثر على إقتصاديات الصرف الرأسى مايلى:

١. إختيار الطلماب التى تفى بحاجات التخفيض المطلوب. ويجب مراعاة العلاقة بين حجم الطلمبة وعدد الطلمبات فى منطقة الدراسة.

٢. تكاليف انشاء الآبار.

٣. تحديد مدة إدارة الطلمبات وتكاليف الإدارة.

٤. طريقة سداد تكاليف الأنشاء مع اعتبار الصيانه والتأمين وأستغلال الطلمبات.

٥. إحتمال إستعمال المياه المرفوعه فى الرى مباشرة أو أضافتها الى مياه الرى السطحية أو مياه المصارف وحساب مقدار الفائدة التى تعود من إستعمال هذه المياه.

المصارف الفراغية (moles)

المصارف الفراغية عباره عن ممرات أو قنوات غير مبطنه يتم حفرها تحت سطح التربة بجهاز يشبه محراث تحت التربه موصلفي آخره جهاز أسطواني على شكل القذيفة طوله ٣٠ـ٥٠سم وقطره (٥ـ٨سم). وعادة يتصل هذا الجزء بجزء آخر أكبر قليلاً في القطر ويعمل على توسيع الممرات أو القنوات.

ونتجه حركة سلاح الممرات والجهاز المتصل به خلال التربه ينتج تشققات جانبية ورأسية في المنطقة الواقعه فوق المصرف الفراغي مما يزيد من حركة الماء من أعلى الى المصرف الفراغي.

ويمكن تبطين القنوات الفراغية بمواد بلاستيكية لتفوق جدراتها وزيادة عمرها. ويجب أن تكون بها ميول مناسبه حتى لاتتوقف بها المياه وتؤدى الى انهيار الجدران وترسيب الطين فيها. حيث يتراوح الأنحدار بين ١ـ٣٪ وعادة مايصل طول هذه المصارف من ٦٠ـ١٠٠م وقد تصل في بعض الأحيان الى ٦٠٠م وتصل أعماق هذه المصارف من ٦٠ـ٩٠سم حسب طول سلاح المحراث المستخدم في أنشائها وعادة ماتكون المصارف الفراغية moles عمودية على شبكة الصرف المغطى اذا كانت المسافه بين الحقليات كبيرة بهدف رفع كفاءة شبكة الصرف المغطى خاصة في الأراضى الطينية ثقيلة القوام ذات معدلات التوصيل الهيدروليكى المنخفضه ويتوقف نجاح هذه المصارف على مدى ثبات بناء التربه ومحتواها من الطين والرطوبه وقت الأنشاء. وأى انها لاتستخدم هذه المصارف الفراغية moles في الأراضى الرملية. والفائدة من هذا النوع من المصارف الى تحسن درجة نفاذية الطبقة السطحية من الأرض ولايمكن العتماد عليه في التحكم في منسوب المياه الجوفية.

الباب السادس

تقييم نظم الصرف الزراعى

يلزم لعمل تقييم لشبكة الصرف الزراعى عمل خريطة كنتورية لمنطقة الدراسة وتحديد عمق المصارف وتقدير معامل التوصيل الهيدروليكى فى الحقل وكذلك تحديد عمق الطبقة الصماء ورصد التغيرات فى مناسيب الماء الأرضى عن طريق وضع شبكة منظمة من البيزومترات أو آبار الملاحظة فى المنطقة وقياس تصرفات المصارف ومن هذه القياسات والتقديرات يمكن حساب:

معامل شدة الصرف Drainage intensity factor (a)

أن معامل شدة الصرف (a) من أهم عناصر أختبار صلاحية نظام الصرف الزراعى. ويعتبر معامل شدة الصرف (a) دالة لكل من معامل التوصيل الهيدروليكى (K) والعمق المكافئ للطبقة الصماء (de) والمسامية الصرفية (f) والمسافه بين المصارف (L) وقد وجد ان هناك علاقة بين معامل شدة الصرف وهبوط مستوى الماء الأرضى حيث تشير القيم العالية لمعامل شدة الصرف الى سرعة هبوط الماء الأرضى بينما تكون منخفضة اذا كان معدل هبوط الماء الأرضى بطئ. ويمكن التعبير عن تذبذب الماء الأرضى كداله لكل من شدة وعمق نظام الصرف.

حساب معامل شدة الصرف فى السريان الغير مستقر :

معادلة ديلمان وترافورد(١٩٧٦)

$$a = \frac{2.3 \log h_o - \log h_t}{t} \quad \text{or} \qquad (١)$$

$$a = \frac{2.3 \log q_o - \log q_t}{t}$$

حيث t هي الفترة الزمنية باليوم اللازمة لهبوط الماء الأرضي من h_0 الى h_t

h_0 الضاغط الهيدروليكي بالمتر عند البداية $(t = o)$ عند منتصف المسافه بين المصارف.

h_t الضاغط الهيدروليكي بالمتر عند نهاية فترة زمنية معينه $(t = t)$ عند منتصف المسافه بين المصارف.

q_t, q_o معدل تصرف مياه الصرف عند بداية الفترة الزمنية المحدده $t = t_0$ وعند نهاية الزمن $t = t$

$$a = \frac{\pi^2 K.de}{f L^2} \quad (٢)$$

حيث

a معامل شدة الصرف (day^{-1})

K معامل التوصيل الهيدروليكي، (م/ يوم)

L المسافه بين المصارف، (م)

de العمق الفعال للطبقة الصماء، (م)

f المسامية المصرفية، (كنسبة)

العمق المكافئ الطبقة الصماء (de)

يمكن حساب العمق المكافئ للطبقة الصماء (de) بإستخدام معادلة هوخ أوت (١٩٤٠).

$$de = \frac{D}{\frac{8D}{\pi L} \ln \frac{D}{u} + 1}$$

حيث D المسافه ان المصرف الى الطبقة الصماء (م)

S, de كما ذكرت فى المعادلة السابقة

u المحيط المبتل للمصرف

Transmissivity

ويمكن تعريف "T" Transmissivity على أنها حاصل ضرب معامل التوصيل الهيدروليكى (K) وسمك الطبقة الحامله للمياه (D) aquifer وبالتالى فإن Transmissivity هى معدل التدفق للمياه عندما يكون التدرج الهيدروليكى يساوى الوحدة خلال وحدة المساحات لوحدة العرض على الطول الكلى لسمك الطبقه الحاملة للمياه.

كما يمكن حساب "T" Transmissivity من القياسات الحقلية لكل من تصرف المصرف (q) وإرتفاع منسوب الماء الأرضى فوق محور المصرف (h) كما فى المعادلة الآتية:

$$K\,de = T = L^2\, q_t / 2\,\pi\, h_t$$

حيث L, q_t, K, h_t & de كما وضحت سابقاً.

مقاومة الحركة Flow resistance

وجد أن الفاقد الكلى للضاغط الهيدروليكى ($h_{tot.}$) المطلوب لتدفق المياه يمكن أن يقسم الى أربع مكونات :

$$h_{tot.} = h_v + h_h + h_r + h_e = qw_v + q\,Lw_h + qLW_r + qLW_e$$

حيث أن V, h, r, e يشير الى التدفق الرأسى والأفقى والأشعاعى ومقاومة الدخول.

W : المقاومة

L : طول المصرف

q : تصرف المصرف

والتدفق الأفقى والأشعاعى والدخول يساوى تصرف المصرف لوحدة الأطوال من المصرف. بينما التدفق الرأسى يساوى معدل تصرف المصرف لوحدة المساحة السطحية.

المقاومة الأشعاعية Radial resistance

يمكن حساب المقاومة الأشعاعية لحركة المياه تجاه المصارف من معادلة:

$$r_r = h/q = \frac{1}{2\pi K} \ln (R_h/R_o) \quad \text{Cavelaars (1966-67)}$$

R_h = حدود منطقة التدفق (سم)

R_o = نصف قطر المصرف (سم)

K = معامل التوصيل الهيدروليكى سم/ساعة

h = الفاقد الهيدروليكى على طول المسافه $(R_h - R_o)$ سم

q = التدفق لوحدة الأطوال من المصرف سم^3/سم^2/ساعه

مقاومة الدخول Entrance resistance

يمكن تقدير مقاومة دخول الماء الى المصارف عن طريق مواسير الصرف والمواد المكونه للمرشحات ونفاذية التربة فوق المصرف المغطى.

ويمكن حساب مقاومة الدخول من المعادلة (Cavalaars 1966) كما يلى:

$$r_e = \frac{1}{2\pi K} \ln (R_o/R_e)$$

أو من معادلة ديلمان وترافورد ١٩٧٦

$$r_e = \frac{h_e}{q} = \frac{h_e L}{Q}$$

حيث r_e = مقاومة الدخول يوم/ م

R_e = نصف القطر الفعال (سم)

R_o = نصف قطر المصرف بالسم

K = التوصيل الهيدروليكى سم/ساعة

q = معدل التدفق م^3/يوم/ م من طول المصرف

Q = التصرف الكلى للمصرف م^3/يوم

L = طول المصرف (م)

h_e = الفاقد فى الضاغط الهيدروليكى نتيجة مقاومة الدخول (م)

المسامية الصرفية : Drainable Porosity

أن المسامية الصرفية تعتبر عامل ضروری فی كل المعادلات التی تتنبأ بمعدل هبوط الماء الأرضی وهی فی العادة تعرف بأنها حجم الماء لوحدة المساحات المتطلق عندما ينخفض مستوى الماء الأرضى وحدة المسافات. وقد أكدت الأبحاث على أن المسامية الصرفية فی السريان الغير مستقر أكثر دقة ومنطقية عند تصميم شبكة الصرف لأن كل من الزمن وعمق الماء الأرضى يأثر فی المسامية الصرفية.

وتتأثر قيم المسامية الصرفيه بالماء المتصاعد الى أعلى بالخاصية الشعرية (Capillary water) من منطقة النطاق الشعرى المشبعه Saturated capillary fring والواقعه مباشرة فوق منسوب المياه الأرضية. وعادة ماتزداد قيم المسامية الصرفية فی الطبقات السطحية مقارنة بقيمها فی الطبقات السفلى. كما تنخفض قيم المسامية الصرفية بزيادة قيم الكثافة الظاهرية فی نفس نوع التربه.

وتتراوح قيم المسامية الصرفية فی الأراضی الطينية الثقيلة من ٣ ـ ٥٪ وتتراوح قيمتها من الأراضی متوسطة القوام من ٦ ـ ٩٪ بينما فی الأراضی الرملية كانت تتراوح قيمة (f) بين ١٠ ـ ١٥٪.

ويمكن حساب المسامية الصرف كما يلى:

(١) معادلة جلوفر وضم ١٩٦٤

$$f = q / h_t \ (\pi / 2a)$$

(٢) معادلة ديلمان ١٩٧٢

$$f = \Delta S / \Delta h$$

حيث f : المسامية الصرفية.

ΔS: التغير فی المخزون الرطوبی لوحدة المساحه السطحية لفترة زمنية معينه

Δh : التغير فی منسوب الماء الأرضی فی تلك الفترة الزمنية.

(٣) معادلة ديلمان ١٩٧٢

$$f = W / 0.7 (h_o - h_t)$$

حيث (W): حجم الماء المنصرف نتيجة هبوط منسوب الماء الأرضی من h_o لی h_t ويمكن حساب (W) من قياس معدلات التصرف.

وقد تم حساب المسامية الصرفية لبعض الأراضى المصرية من معادلة المويلحى وشلفجارد ١٩٨٢ الآتية:

$$f = Q / A (h_0 - h_t) \qquad (٤)$$

حيث

Q = الحجم الكلى المنصرف من المصرف (م٣) فى فترة زمنية ١٠أيام بين الريات والتى ينخفض فيها منسوب المياه الأرضية من h_0 الى h_t (م).

A = وحدة المساحات (م٢)

h_0, h_t = كما ذكرت سابقاً

زمن أنقطاع التدفق Tail recession (t_A)

وهو الزمن بالأيام بعد أنقطاع الأمداد أو التدفق ويمكن حسابه بإستخدام معاملة ديلمان ١٩٧٢.

$$t_A = \frac{0.4}{a} \text{ (day)}$$

Head loss fraction ($\frac{h_e}{h_{tot.}}$)

يمثل (h_e) الفاقد فى الضاغط الهيدروليكى لمقاومة دخول المياه الى المصارف ويتم ذلك عن طريق قياس الضاغط الهيدروليكى فى البيزومتر أو بئر الملاحظة الذى وضع عند جدار المصرف (على بعد ٤٠سم من المصرف).

بينما ($h_{tot.}$) هو الفاقد فى الضاغط الهيدروليكى للتدفق فى مواسير الصرف ويمثل الضاغط الهيدروليكى المقاس فى البيزومتر أو بئر الملاحظة الموجود عند منتصف المسافه بين المصارف.

معدل هبوط مستوى الماء الأرضى يمكن حسابه كما يلى:

(١) معادلة جلوفر وضم ١٩٦٤

$$H = 1.16\ H_o\ e^{-at}$$

(٢) معادلة ديلمان وترافورد ١٩٧٦

$$H = H_o\ e^{-at}$$

(٣) معادلة حماد ١٩٦٢

$$H = H_o\ e^{-Bt}$$

حيث

$$B = \frac{2\pi K}{FL \ln(2L/\pi d)}$$

(٤) معادلة حتحوت ١٩٧٢

$$H = (H_o - d/2)\ e^{\alpha t} + d/2$$

حيث

$$\alpha = [2\pi K / (fL \ln \sinh(d/2L))]$$

المــراجــع

Abu-zeid, **M.A.,** (1966) Considerations or multiple well systems for drainage. The Proc. of the Eng. Sco. U.A.R., vol V No.1

Abu-Zeid, **M.A.,** (1966) Pumping Operation of Drainage Wells. Journal of the Egyptian Soc. of Eng., vol IV No.4.

Amer, **M.H.,** (1965) Proposed Design Spacing Equations for Transient Tile Drainage. Ph. D. (Eng.) Thesis, University of California, Davis.

Baver, **L.D.,** (1949) Soil Physic. 2[nd]ed, wiley, New york.

Beers, **W.F.J. van,** (1958) The Auger Hole Method. International Instit. for Land Recl. & Improvement, Bull. 1, Wageningen Netherlands.

Doneen, **L.D.** (1948) The quality of Irrigation Water and Soil Permeability. Soil Sc. Soc. of Amer, Proc. Vol 13.

Dumm, Lee D., (1954) Drain Spacing Formula. Agrie. Eng. USA, 35.

Ernst **L.F.,** (1950) A new Formula for the Calculation of the permeability Factor with the Auger-hole Method. Translated by Baver, H. Cornell Univ. Ithaca, New York (1955).

Ernst, **L.F.,** (1962) Growndwater Flow in the Saturated Zone and its calculation when Horizontal Parallel Open Conduits are Present. Versl. Landbouwk. Cendery. No. 67.15 - Wagingen.

Glover, **N.E.,** (1964) Groundwater Movement. U.S. Dep. of the interner, Bureau of Recl. A Water Resources Technical Publication, Eng. Monograph No. 31.

Hammad, **Y.H.,** (1957) A hydrodynamic Theory of water Movement towards Covered Draine with Application to some Field Problems. Alex. Univ. Press.

Hammad, Y.H., (1962) Depth and Spacing of Tile Drains Systems. Journal of Irr. and Drainage Divi. Procee. of ASCE.

Amer, M.H., and Abd el-Dayem, M.S., (1972). Graphical solution of Amer and Luthin's equation for tile drains. I.C.I.D. Bulletien, New Delhi.

Aronovici, V.S., and Donnan, W.W., (1946). Soil permeability as a criterion for drainage design. Trans. Am. Geophys. Union. 27, 95.

Baver, L.D. (1965). Soil physics. Third Edition, John Wiley and Sons, Inc. New York Chapman and Hall, Limited, London.

Dieleman, P.J., and De Rider, A.N, (1972). Elementary Groundwater Hydraulics. In: Drainage Principeles and Practices, Vol. I, ILRI, wageningen, The Nethetlands.

Dieleman, P.j., and Trafford, B.D., (1976). Drainage testing Irrigation and Drainage Paper No. 28, FAO, Rome.

Dumm, L.D., (1960). Validity and use of the transient-flow concept in subsurface drainage. paper presented before A.S.A.E. meeting, Memphis, Tennesses. - Dec. 4-7.

Dumm, L.D. (1954) New formula for determing depth and spacing of subsurface
drains in irrigated land. Agr. Eng. 33: 726-730.

Dumm, L.D., (1964). Transient flow concept in subsurface drainage, its validity and
use. Transactions A.S.A.E., 7:142.

El-Hamchary, S.A., and Ali, H.H., (1985a). The problem of improper tile drains installation. Communications in Agri-Sciences and Development Research Vol. 12 No. 121: 75-82.

El-Mowelhi, N.M., and Schiffgaarde, J.V., (1982). Computation of soil hydrological constants form field expremints in some soils of Egypt. Transactions of the ASAE 984-986.

Erikson, J., (1982). A field method to check subsurface-drainage efficiency. The international drainage workshop sponsored by the corrugated plastic tubing association. Washington, D.C. December 5-12, 1982.

Hammad, Y.H., (1964) Design of Tile Drainage for Arid Regions. Journal of Irr. and Drainage Divi. Procee. of ASCE. Vol 90.

Kirkham & Toksoz, S. (1961) Graphical Solution and Interpretation of a New Drain Spacing Formula, Jour. of Geoph. Res 60.

Kirkham, (1960) An upper limit for the height of the Water Table in Drainage Design Formulas, Trans. Inter. Congress. Soil Sci. 7th congress. Madison I.

Kirkham, Don & Bevel, C.H.M. Van (1948), Field Measurement of Soil Permeability Using Auger Holes. Soil Sci. Proc. 13.

Luthin, J.N.& Worstell, R.V. (1959) The Falling Watertable in Tile Drainage Part 2.

Luthin, J.N., (1957) Drainage of Agricultural Lands. Amer. Soc. of Agronomy. Publ. Madison Wisconsin.

Moody W.T., (1966) Non-Linear Differential Equations of Drain Spacing, Journal of the Irr. and Drainage of Field Drainage. ASCE No.1 R2..

Schilfgaarde, (1963) Design of tile Drainage for Falling Water Tables, Journal of the Irr. and Drainage Divison ASCE, vol 89 No. 3543 vol 90 No. 4028.

Terzaghi, K & Peck, R.B. (1948) Soil Mechanics in Engineering Practice. John Wiley & Sons New York.

US Salinity Laboratory Staff (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. USDA Handbook No. 60.

Visser, W.C. (1954) Tile Drainsge in the Netherlands. Netherlands Journal of Agr. Sci. Vol 2.

Amer, H., and Luthin, (1967). proposed drain spacing equation and experimental check of transient equation with the Heleshow model. Int. Soil water symposium proceding, prague, I.C.I.D. New Delhi.

FAO (2000) Irrigation and Drainage Paper (60) Materials for subsurface land drainage system.

Hooghoudt, S.B., (1940). Bijdragen tot de kennis van enige natuurkundige groot-heden van de grond. No. 7 versl. land bouwk. onderz. 46:515-707.

Hooghoudt, S.B., (1952).Tile drainage and subirrigation. Soil Sci. 74:35-48.

Kirkham, D., (1960). An upper limit for the height of the water table in drainage-design formulas. Trans. Intern. Congr. Soil Si. 7th Congr. Madison 1:486-492.

Kirkham, D., (1940). Pressure and stream distribution in water logged Land overlying an imprevious layer. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 5.65. Cited after Baver, L.D, 1956.

Kirkham, D., (1947). Reduction of seepage to soil under drains resulting from their partial embedment in, or proximity to, and impervious substratum. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 12, 54. cited after Baver, L.D., 1956.

Kirkham, D., (1961). Agriculture drainage. Unpublished typewritten lectures. Notes given in Alex. Instit. of land Reclam. Univ. of Alex. Egypt.

Kirkham, D., and Gaskell, R.E., (1950). The falling water table in tile and ditch drainage. Soil Sci. Soc. Am. proc. 15: 37-42.

Luthin, J.N., (1957). Drainage of Agriculture lands. Monograph 7. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, U.S.A.

Pub 16 Vol. 1 Drainage Principles and Applications (1972) Institute for Land Reclamation and Imporenent ITRI , Pub 16 Vol. 2 Drainage Prineiples and Applications (1973) Institute for Land Reclamation and Imporenent ITRI , Pub 16 Vol. 2 Drainage Prineiples and Applications (1974) Institute for Land Reclamation and Imporenent ITRI ,

Rhoades, J.D. (1974) Drainage for Salinty control. . In Drainage for agriculture, ed. J. VanSchilfgaarde, Agronmy. 17, 433-468.

Saad, A.F., (1986) Study of Some Hydrophysical Parameters and Hydrogeological Situation of clay soils under Tile Drainage System. M. Sc. (Agric.) Thesis, University of Alexandria, Egypt.

Schiffgaares, V.J., (1963). Design of tile drainage for falling water table. Jr. of the Irrig. and Drainage Div. Proc. of the Am. Soc. of Civil Eng. Vol. 90, No. IR 2: 1-11.

Skaggs, R.W., Wells, L.G., and Ghate, R.S., (1978). Predicted and measured drainable porosities for field soils. Transactions of the ASAE 522-528.

Skaggs, W.R., (1976). Determination of the hydraulic conductivity drainable porosity ratio form water table measurements. Transactions of the ASAE Vol. 19: 73-84.

Van Schilfgaarde, J.g. (1974) Saturaled flow theory and its application. Non - Steady Flow to drains. In Drainage for agriculture, ed. J. Van Schilfgaarde, Agronmy, 17,245-270.

Wesseling, J., (1973). Subsurface flow into drains. In. Drainage principeles and practices, Vol. II, ILRI, Wageningen The Netherlands.

Wesseling, J., and Homma, F., (1967). Entrance resistance of plastic drain tubes. Neth. J. Agric. Sci., 153: 170-182.

الصرف فى الأراضى الزراعية (١٩٦٧) م. عبد السلام هاشم ، م. نجيب سعيد ، د. محمود عبد الحليم أبو زيد.

وزارة الرى ، التقارير الفنيه لوحدات بحوث وزارة الرى.

أساسيات الرى والصرف ١٩٩٠ ـ د. أحمد فتحى ـ د. فتحى عسكر ـ د. محمد نجيب عبد العظيم.

محاضرات فى الرى والصرف الزراعى ١٩٨٢ ـ أ.د. محمود فهمى ـ د. فتحى عسكر.

الصرف فى أستصلاح الأراضى ـ أ.د. مصطفى عماره ـ قسم الأراضى والمياه ـ كلية الزراعة ـ جامعة الأسكندرية.

الرى الزراعى فى عمليات إستصلاح الأراضى (٢٠٠٠) أ.د. احمد محمد فتحى ـ قسم الأراضى والمياه ـ كلية الزراعة ـ جامعة الأسكندرية.

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية
٢٠١٠/٢٢٣١٨
الترقيم الدولي
977-5245-79-6

الفتح للطباعة والنشر
أمام كلية حقوق الاسكندرية
ف: ٤٨٧٠٢٠٤ ت: ٤٨٤٠٦٦٤ - ٤٨٧٠٢٠٣


Bibliotheca Alexandrina
0940297